
CAPSULA ESPACIAL
Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 50 - 2020
HABITABILIDAD
EN
LUGARES EXTREMOS
Habitar en el Espacio
Habitar en la Luna y Marte
Habitar en el fondo del mar
Habitar en los polos
QuedateEnCasa

Estimados lectores

Lamentablemente nuestro planeta, nuestra casa, está atravesando uno de los peores momentos de la historia de la humanidad, donde luchamos en una guerra sin cuartel contra un enemigo invisible llamado Covid-19 que nos deja en la impotencia, desesperación y dolor, pero hay que levantarse y seguir adelante, hoy no existen ni los misiles, ni aviones, ni tanques, ni barcos, ni tanta tecnología bélica para enfrentarlo, las armas son mas simples (quién lo hubiera imaginado) cosas tan básicas como el lavado de manos frecuentemente, promoviendo la distancia social, usando los elementos adecuados para prevenir el contagio y quedándonos en nuestras casas.

Hoy, nuestra mayor causa es derrotar a ese enemigo, y tengan la certeza de que cumpliendo con lo que se debe hacer, Venceremos !!! Un gran abrazo a todos.

Nuestra publicación N° 50 de *Cápsula Espacial* está dedicada (agregando lectura, ya que debemos pasar días en cuarentena) a demostrar como se vivió, vive o posiblemente se pueda vivir en lugares extremos, a lo largo de esta publicación encontraremos la adaptabilidad del ser humano a vivir en naves espaciales, en proyectos de bases lunares y marcianas, en casas subacuáticas, submarinos a grandes profundidades, en los polos terrestres, lugares análogos, por ser totalmente hostiles a la vida humana, pero lugares donde científicos han hecho sus estudios sobre distintos aspectos psicológicos y formas de vivir, espero puedan disfrutar de la misma.

Muchas Gracias

Biagi, Juan

Contacto



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com



Portada: Sealab-1 de la US Navy en 1969 y módulo Zarya de la ISS en 1990

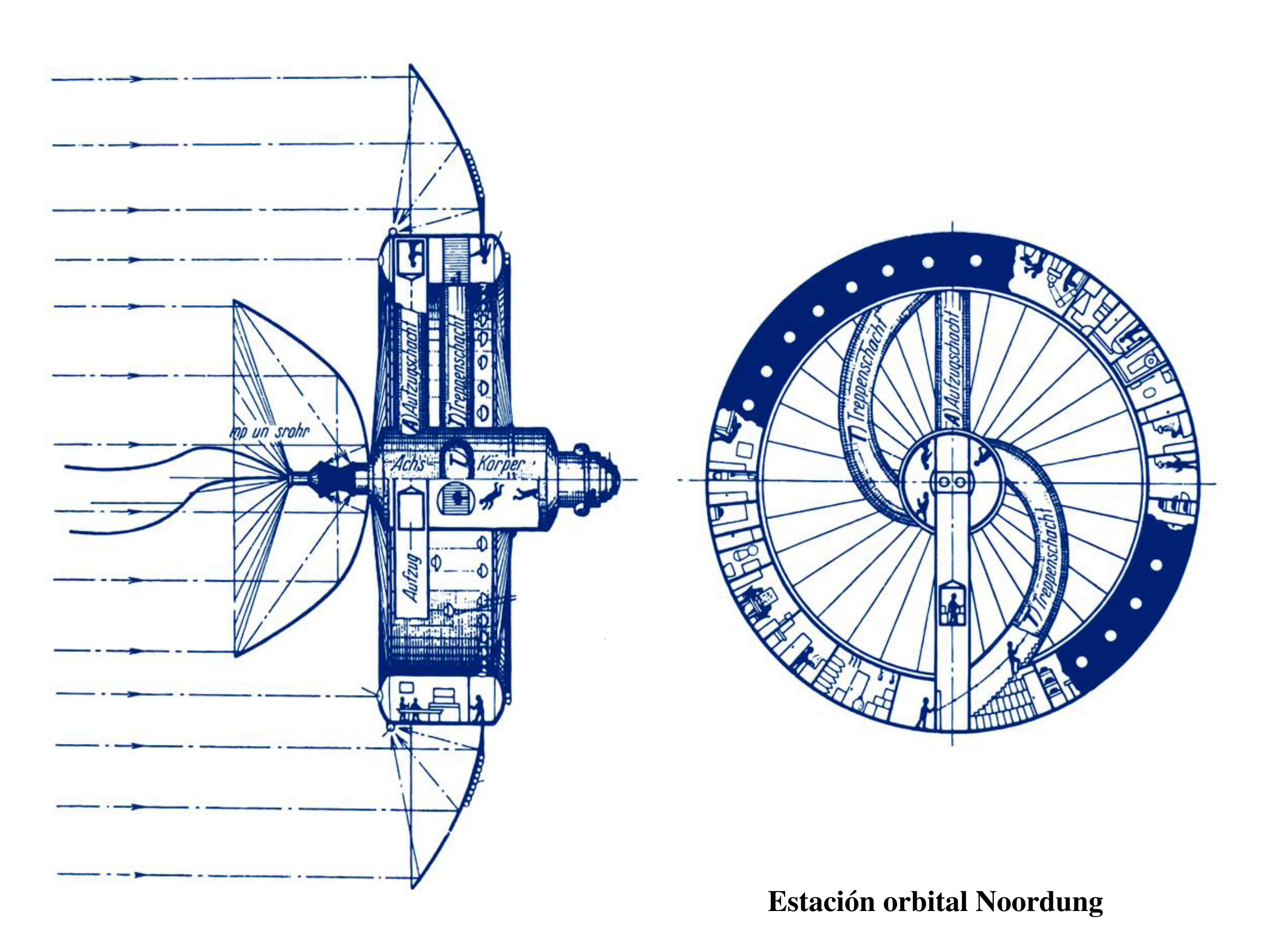
Contenido

Habitar en el Espacio - Laboratorios y estaciones orbitales

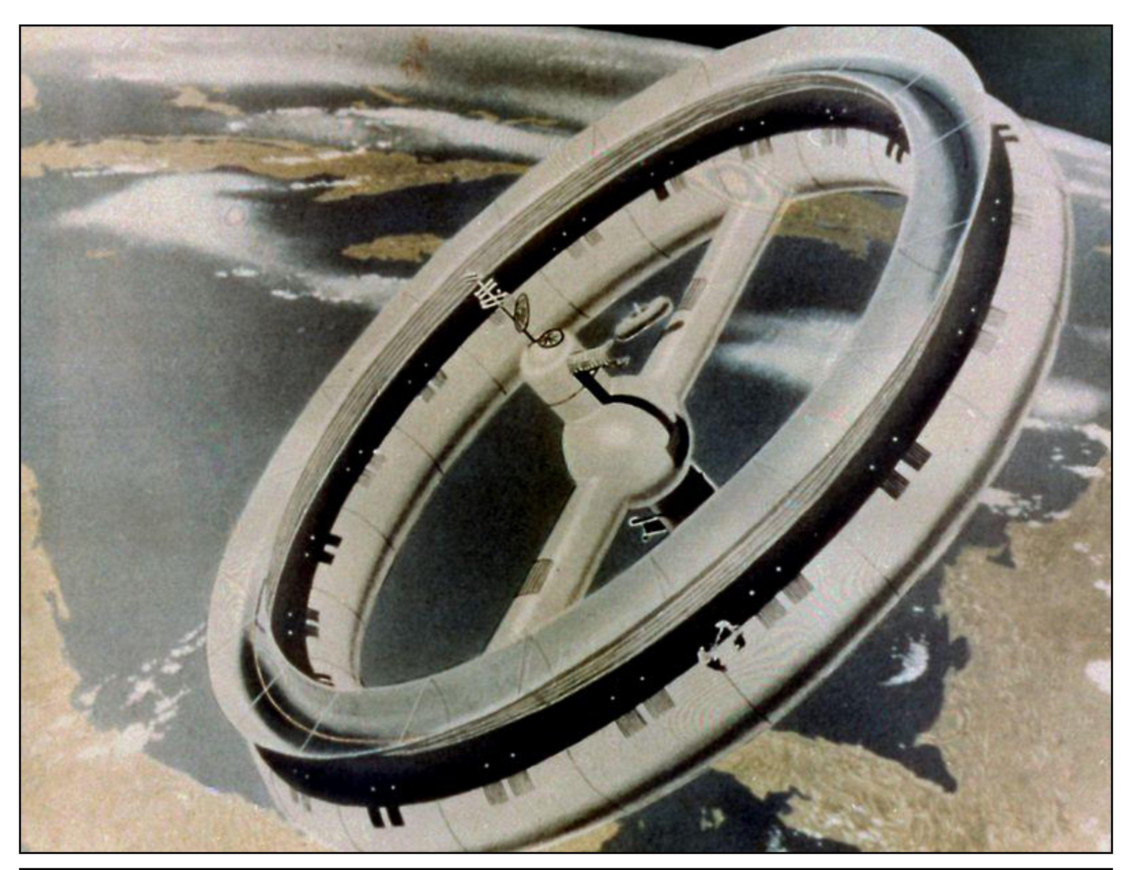
La primera propuesta de una estación orbital en la literatura científica estuvo a cargo de Hermann Oberth, que en 1923 presentó su tesis doctoral en física "Los cohetes en el espacio planetario", trabajo que teorizaba sobre el valor práctico y científico de un complejo en órbita para la observación, previsión del clima, comunicaciones y base de lanzamiento de vehículos espaciales, la estación tendría gravedad artificial y sería abastecida periódicamente por pequeños cohetes.

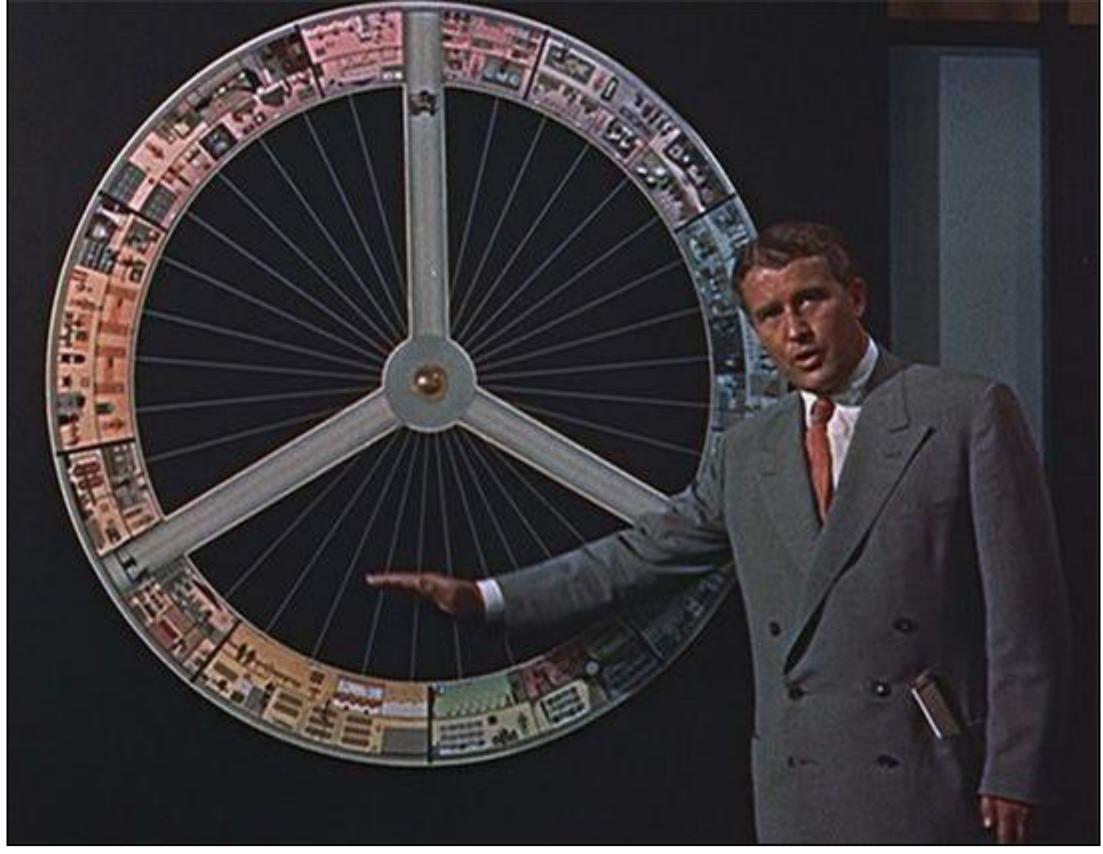
En 1928 Herman Potocnik publicó el libro "El problema del vuelo espacial" en el que detallaba el diseño de una estación orbital mediante varias ilustraciones donde incluía posibles usos civiles, científicos y militares, problemas de ingravidez, actividades en el espacio y comunicaciones, entre otros aspectos.

En 1945 Wernher Von Braun desarrolló ideas a partir de las de potocnik, que sirvieron de base para una gran cantidad de trabajos, en 1957 surge la idea de una estación orbital para cuatro tripulantes denominada Outpost que sería lanzada por medio de cohetes Atlas-III, luego, durante una exposición sobre el proyecto Horizon (base lunar) Von Braun explicaría la teoría de utilizar etapas descartadas de cohetes (después de la separación de su carga en órbita) como estructura básica de la estación espacial, estas ideas sirvieron de base para una gran cantidad de diseños que fueron evolucionando durante los siguientes años, la idea de habitabilidad a largo plazo en el espacio se estaba gestando.



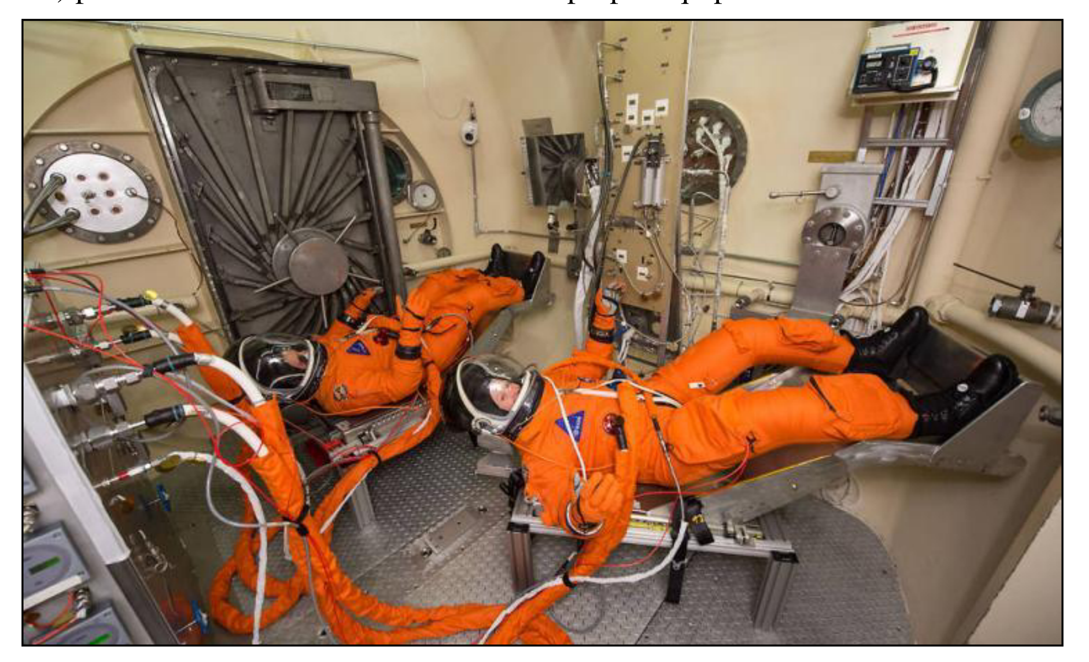
Estación orbital Noordung

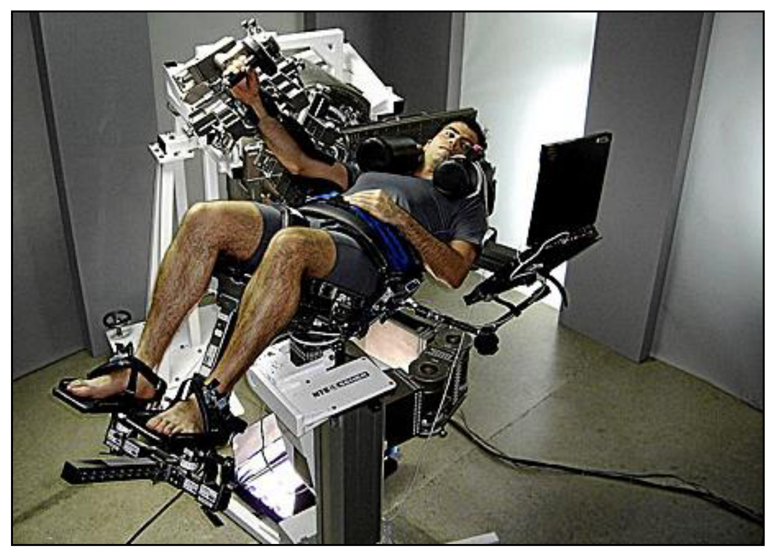


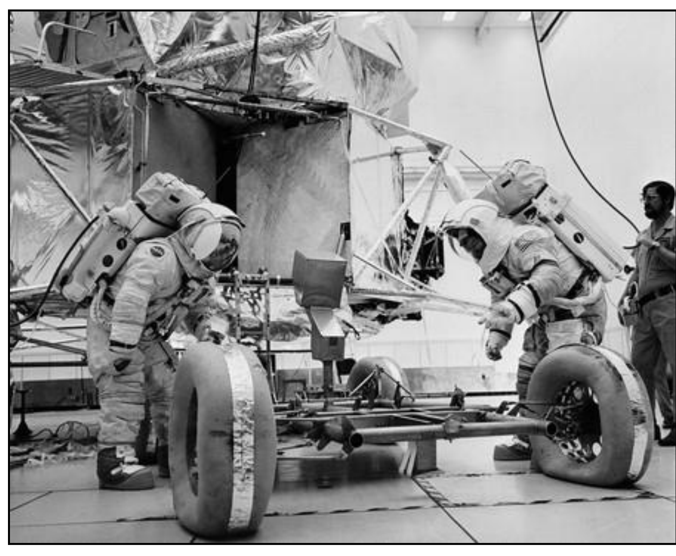


Elección de astronautas

Los astronautas deben prepararse durante años con una gran cantidad de pruebas y entrenamientos extremos -del que pocos están capacitados para hacer-, para ejercitarse tanto física como psicológicamente, primero, los aspirantes a astronautas deben superar un curso de entrenamiento básico de aproximadamente un año de duración, las áreas que se estudian son la capacidad y condición física, no admitiendo personas con trastornos cardiovasculares, respiratorios, homeopáticos, neuropáticos, digestivos o metabólicos, la cualidad, campo donde se estudian las características de percepción, psicología y nivel intelectual (el oído y la vista son los sentidos en lo que se exige una mayor perfección -ver La decisión de Alan Shepard-) la sociabilidad es un factor que adquiere importancia en misiones de larga duración, la composición de una tripulación debe realizarse cuidadosamente con el fin de lograr el mejor rendimiento humano, los astronautas llegan a conocer muy bien a sus compañeros y aprenden un idioma extranjero (actualmente el inglés es obligatorio) para facilitar la comunicación entre el propio equipo.



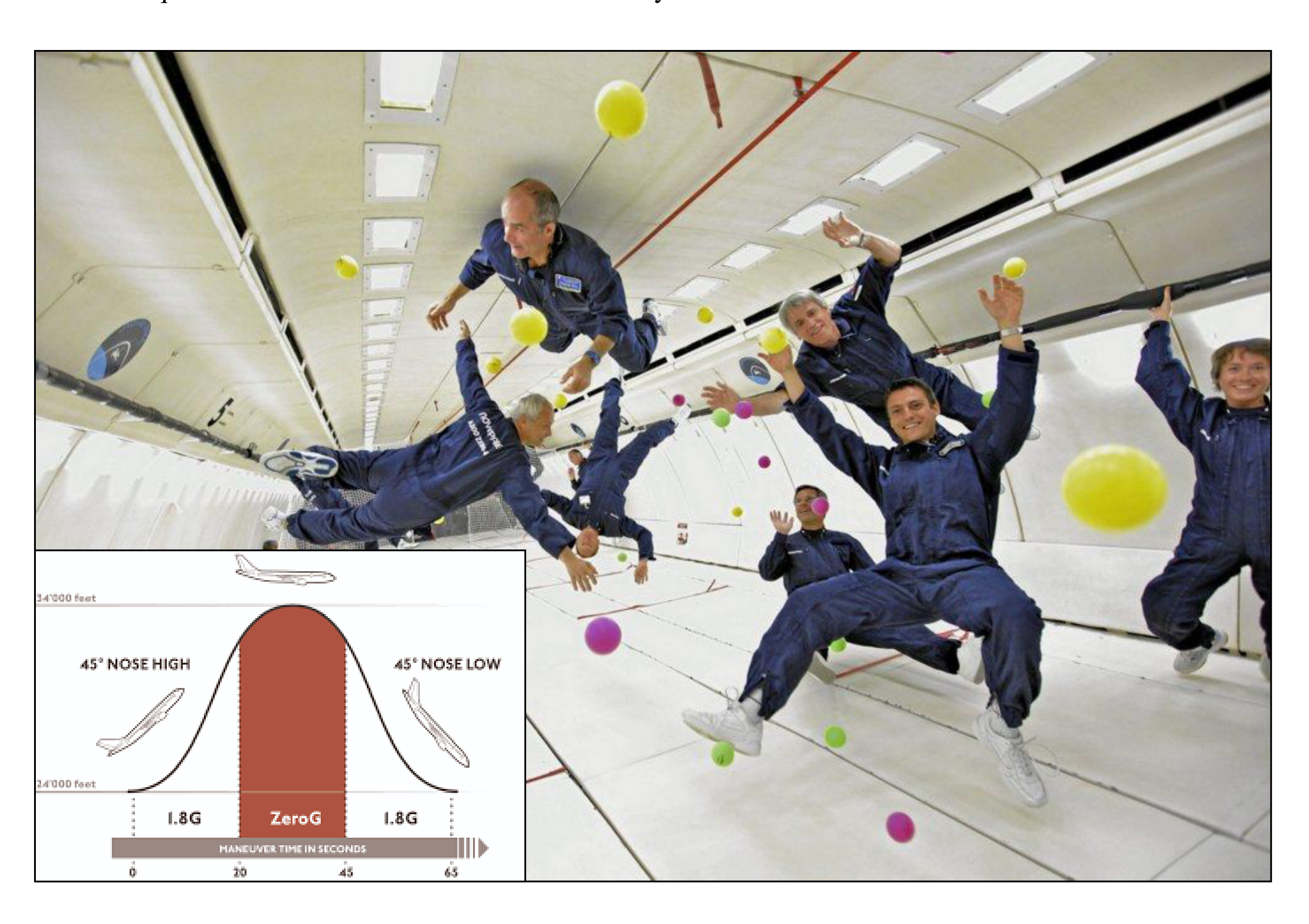




En el aspecto psicológico, el astronauta debe poseer el equilibrio y serenidad, una resistencia emocional necesaria para vencer cualquier situación tensa o depresiva, la misión que se le encomienda sólo puede ser desarrollada de manera correcta conociendo a fondo un largo programa científico y técnico, para esto, es necesario que posea un nivel intelectual alto, los candidatos estudian materias como ciencia y tecnología espacial, medicina básica, técnicas de submarinismo y también adquieren conocimientos sobre el funcionamiento de la nave espacial, herramientas que deberán utilizar en actividades extravehiculares, así como también el estudio y desarrollo de los experimentos y la participación del centro de control terrestre en las misiones.

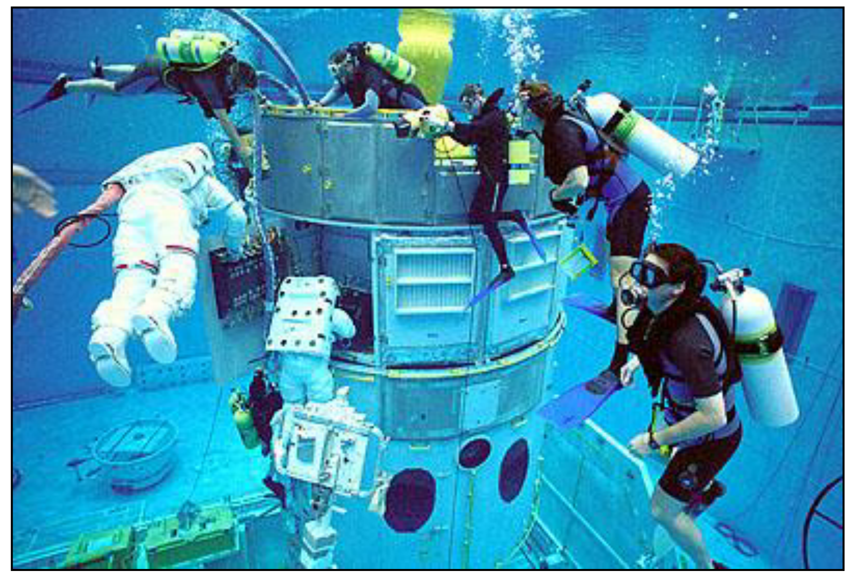
La razón por la que la profesión de astronauta esté menos presente en el género femenino se debe a que el umbral de exposición a la radiación espacial de las mujeres es inferior al de los hombres, por lo que se trata de una cuestión de salud, la exposición prolongada a la radiación cósmica, ya sea en la superficie de algunos planetas o en el espacio exterior, aumenta las probabilidades de desarrollar enfermedades como el cáncer.

A lo largo de varios años, los futuros astronautas cooperan con otros miembros de la tripulación aprendiendo las tareas especiales relacionadas con el trabajo que se les asigna y familiarizándose con múltiples trabajos y retos que realizarán durante su viaje, como la ingravidez, participando en aviones durante los vuelos parabólicos, donde se pueden crear segundos de falta de gravedad y también horas en la centrifugadora, máquina capaz de obtener las aceleraciones que se llevan a cabo durante el lanzamiento y vuelo de las naves.

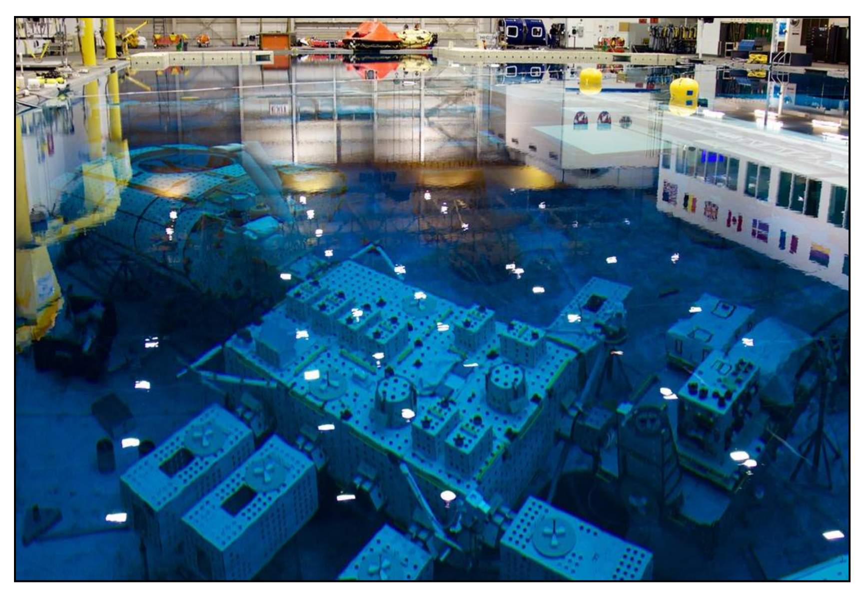


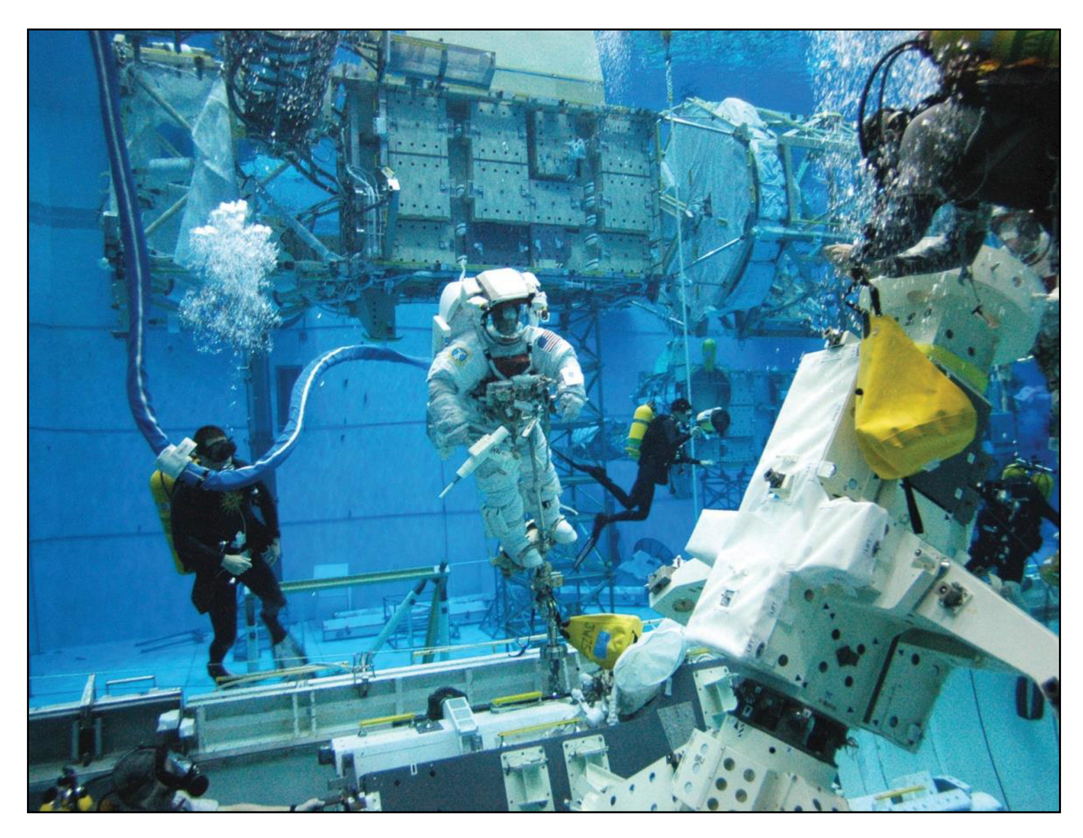


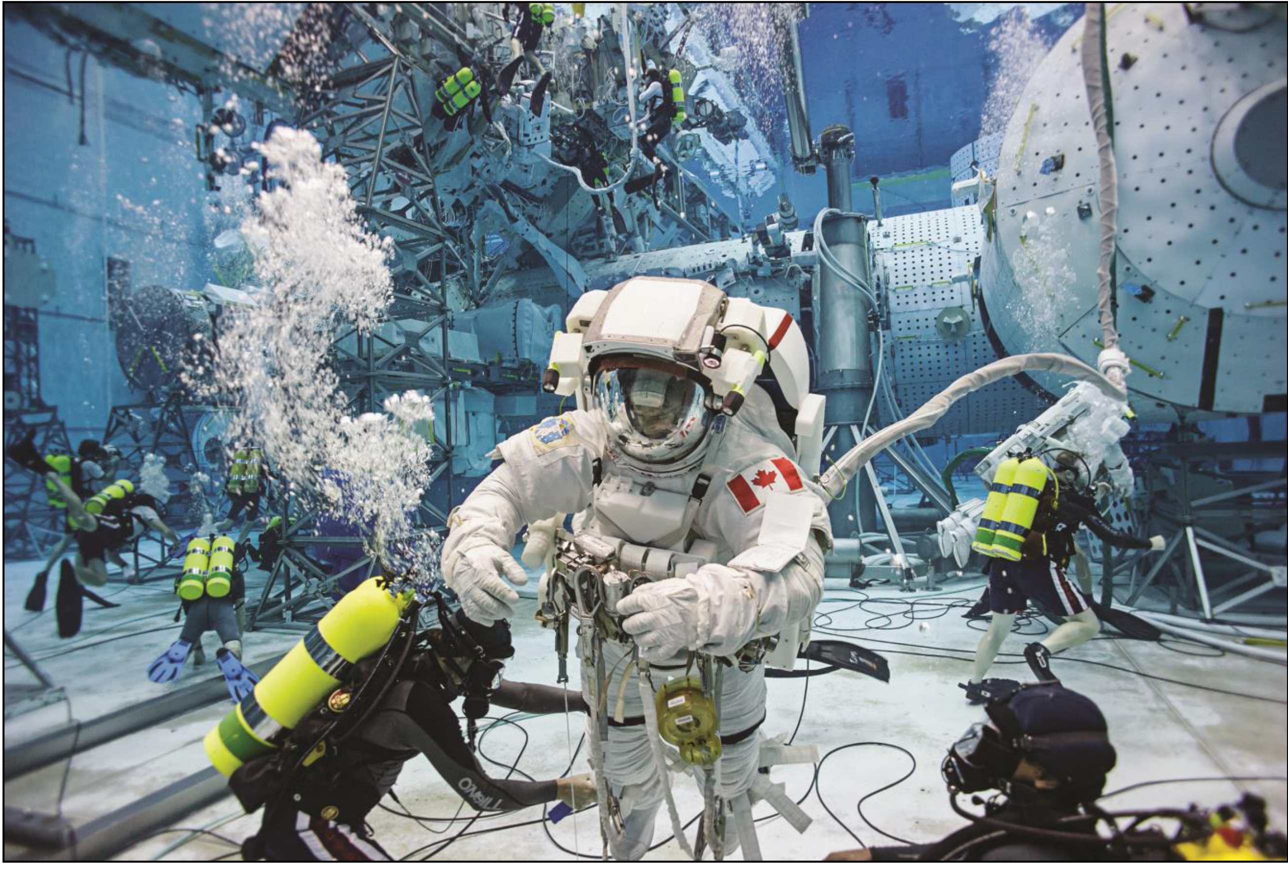
También se llevan a cabo pruebas en grandes piletones llenos de agua, cuyo interior poseen un modelo a escala natural de la nave espacial o laboratorio, se tiene en cuenta que nadar es muy similar a moverse en el espacio fuera de la nave, por ese motivo, este tipo de pruebas sirve para testear la nave, los trajes espaciales, las actividades extravehiculares que tenga que hacer el astronauta, sus movimientos y la forma adecuada en que utiliza las herramientas, estos piletones lo poseen las grandes agencias espaciales del mundo.











La decisión de Alan Shepard

El 5 de febrero de 1971 se produjo el tercer alunizaje exitoso de la serie Apolo, el del módulo lunar Antares de la misión Apolo 14. En el módulo de comando quedaba Stuart Roosa y en el módulo lunar iban como tripulantes Edgard Mitchell y Alan Shepard, los dos caracteres más contrapuestos de todo el programa espacial. Pero cuando fue necesaria una decisión valerosa, estuvieron de acuerdo. Shepard era un héroe norteamericano incluso antes de ir a la Luna, ya que fue el primero de esa nacionalidad en ir al espacio (aunque segundo del primer hombre en el espacio, el soviético Yuri Gagarin) Incluso su carrera como astronauta parecía terminada cuando le diagnosticaron la enfermedad de Meniere, un problema en el oído que causa vértigo y desorientación, y decidió someterse a una riesgosa operación sólo para poder volver al espacio. Lo consiguió diez años después con 47 años, el más veterano de los integrantes de la misiones Apolo.

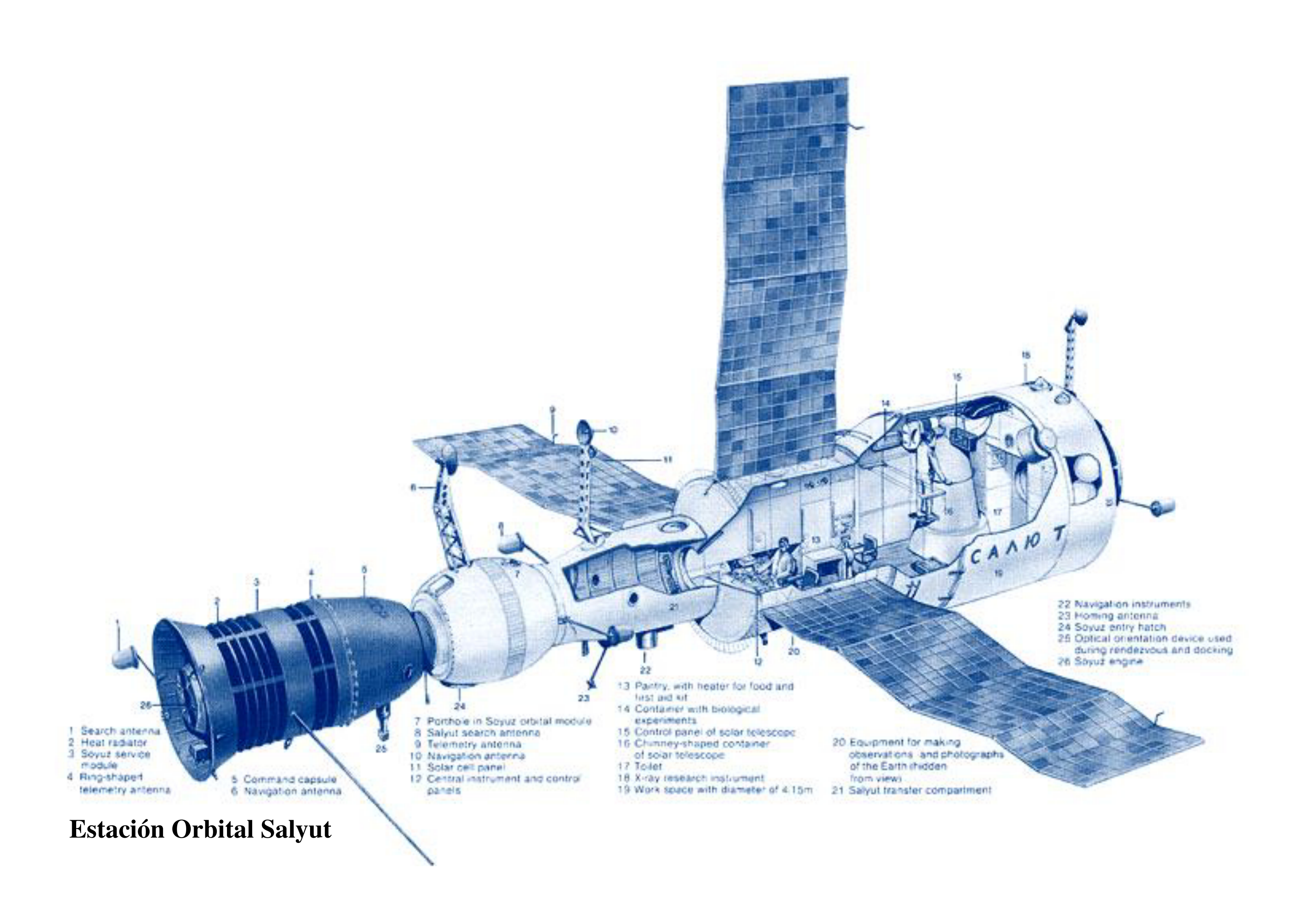
Los problemas para Apolo 14 comenzaron cuando el módulo lunar se separó del módulo de comando para iniciar el alunizaje. La computadora de a bordo empezó a emitir una señal de "abortar", como si leyera problemas que parecían no existir. La primera instrucción desde Tierra a Shepard fue que golpeara el tablero con un destornillador para ver si la señal cesaba, pero fue en vano. El gran problema es que esa señal de "abortar" podía ser ignorada pero podría repetirse durante la fase de descenso propulsado y la computadora, interpretándola como una emergencia, activara automáticamente los motores de ignición que separaban las etapas de ascenso y descenso… enviando a la tripulación al espacio, o bien estrellarlos contra la superficie lunar. Finalmente desde Tierra, a toda velocidad, reescribieron el programa y Mitchell ingresó los cambios manualmente, de manera que la señal pudiera ser ignorada sin peligro.

Pero eso no fue todo. Empezó a fallar el radar de alunizaje que indicaba información tan vital como la altitud, la velocidad de descenso y los posibles obstáculos en superficie como montañas o paredes de cráteres. Fue un momento tenso. El protocolo indicaba que era una falla que implicaba abortar la misión. Cuando el tono de voz de Shepard cambió de nervioso a decidido, cundió la desesperación en la sala de control: se percataron de que Shepard, piloto del módulo lunar, alunizaría de todas maneras, aunque fuera a ciegas. Shepard consultó con Mitchell si tomaban ese riesgo y Mitchell le dijo que sí, aunque deberían tratar de hacer funcionar el radar primero. Lo cierto es que bastó con apretar más fuertemente el interruptor para que el radar comenzara a funcionar y el alunizaje fuera un éxito. Cuenta la leyenda que Mitchell, quien no parecía estar tan convencido como Shepard de alunizar a ciegas, le preguntó a éste luego de la misión si realmente hubiera tomado ese riesgo y Shepard le respondió "Nunca lo sabrás, Ed. Nunca lo sabrás".

La misión fue muy valiosa, aunque sea injustamente recordada por la bravuconada de Shepard de llevar un palo de golf a escondidas y golpear una pelota en la superficie lunar. Lo que ahora suena pintoresco, en su momento fue muy criticado: se habían gastado miles de millones de dólares para mandar a un astronauta a jugar al golf en la Luna, en vez de enviar a un científico. Probablemente las reacciones adversas a esta imagen posibilitaron que al menos en la última misión Apolo viajara un geólogo (Jack Schmitt). Pero este verdadero "space cowboy", que odiaba estudiar geología lunar, y su compañero Ed Mitchell, decidieron por unos instantes jugarse su vida para llegar a la Luna… hasta que el radar funcionó.

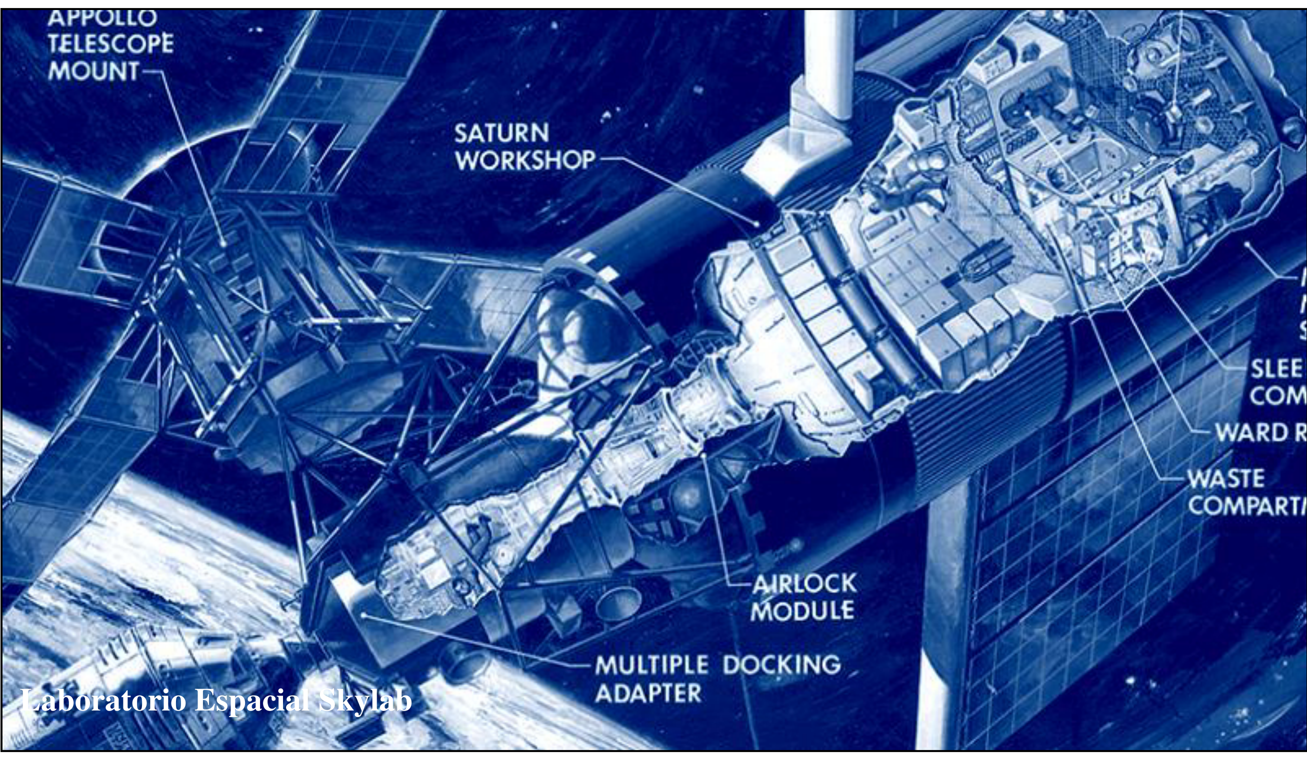
Vivir en naves espaciales

Varios países han creado estaciones orbitales, en su mayoría de carácter científico como lo fueron por estados Unidos el laboratorio espacial Skylab, los Módulos de Comando Apollo (CM) que circunnavegaron la Tierra y que llevaron al hombre a la Luna en 6 ocasiones creando en el suelo selenita las primeras casas lunares (Módulos de Excursión Lunar - LEM) donde los astronautas vivieron allí varios días, las estaciones orbitales Salyut 1 a 7 y Mir de la Unión Soviética, donde se llevaron a cabo diversos experimentos sobre la vida humana en el espacio, la Estación Espacial Internacional, que une a varios países y las estaciones espaciales Tiangong de China, todas naves con capacidad de tener a varias personas y en largos períodos de estadía.

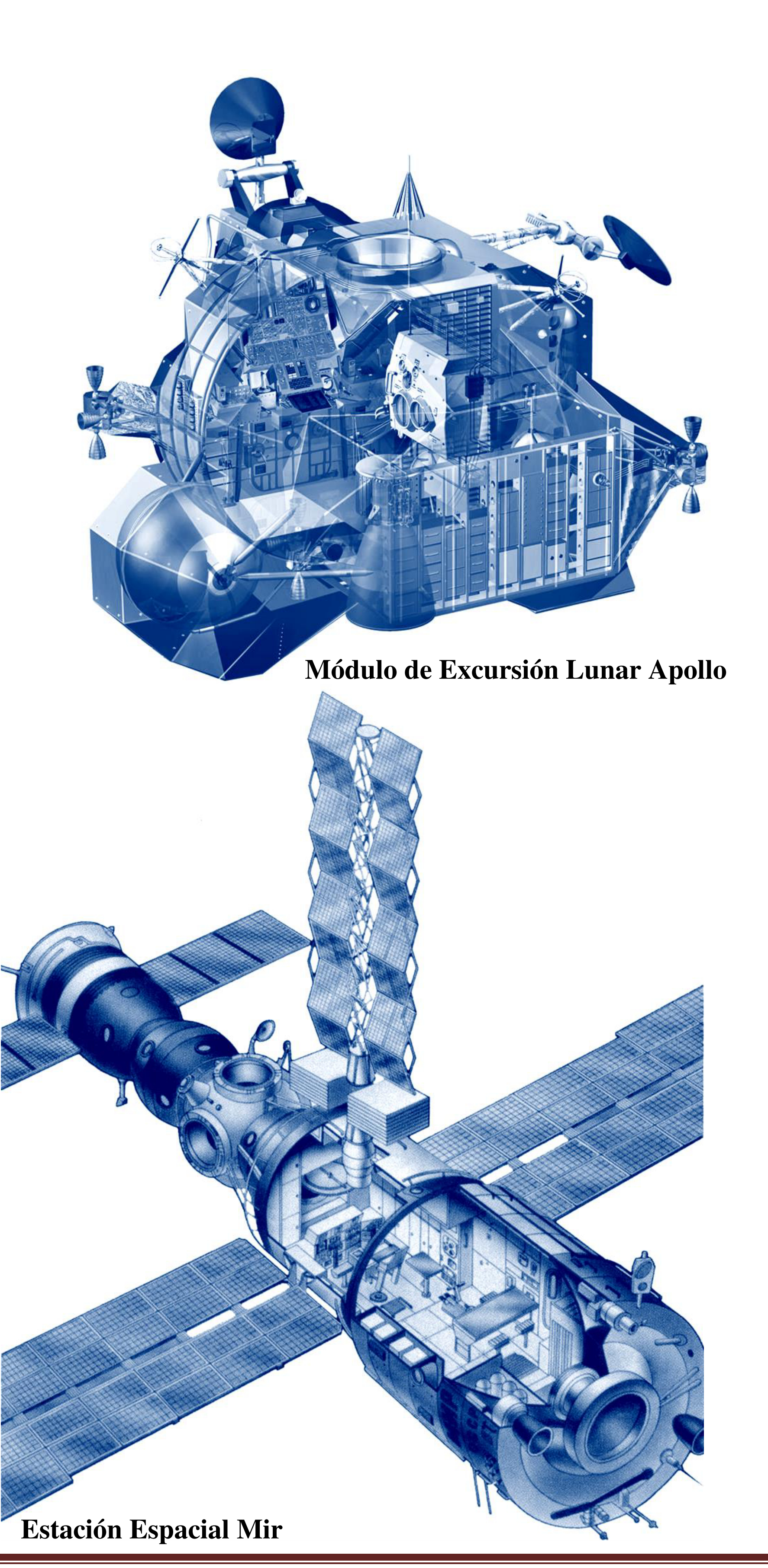


Estación Orbital Salyut

Estación Espacial Internacional

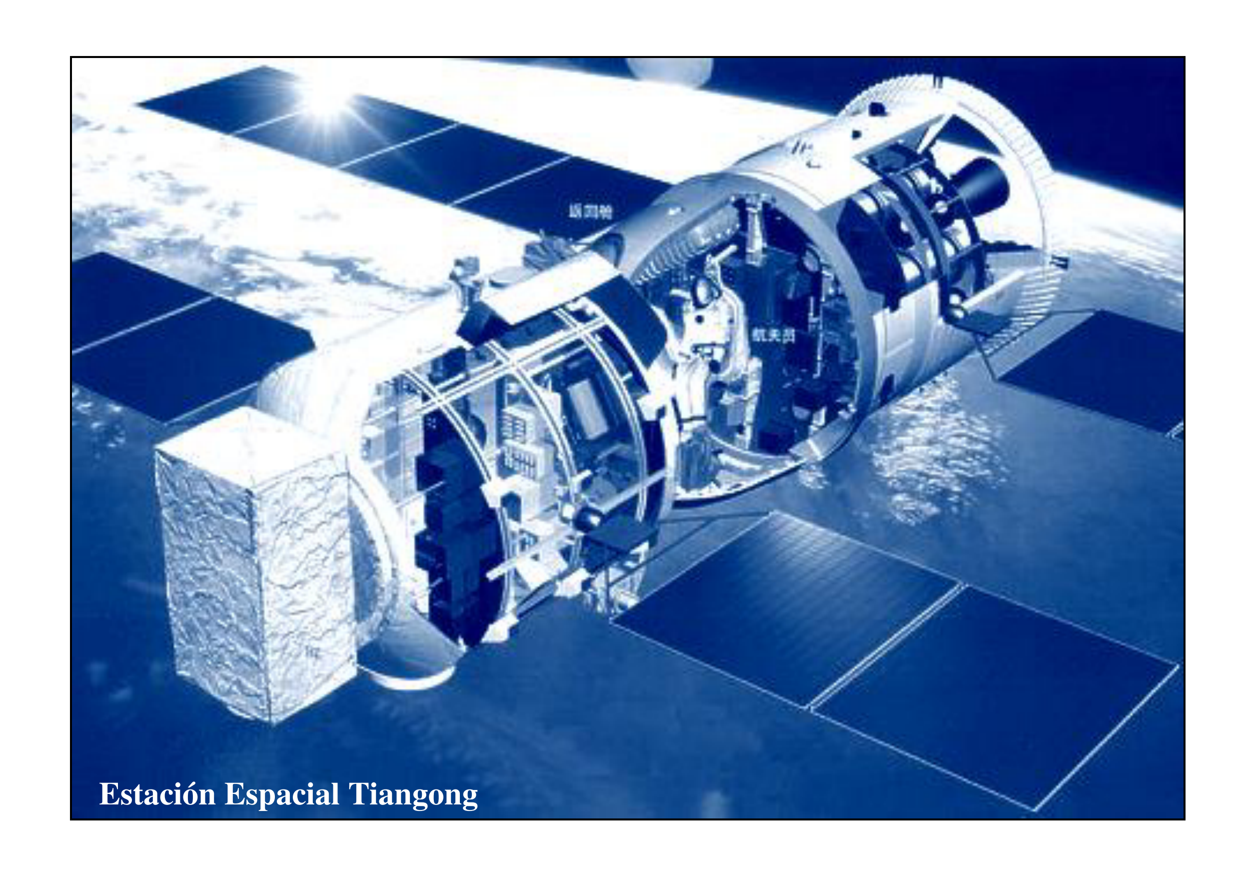


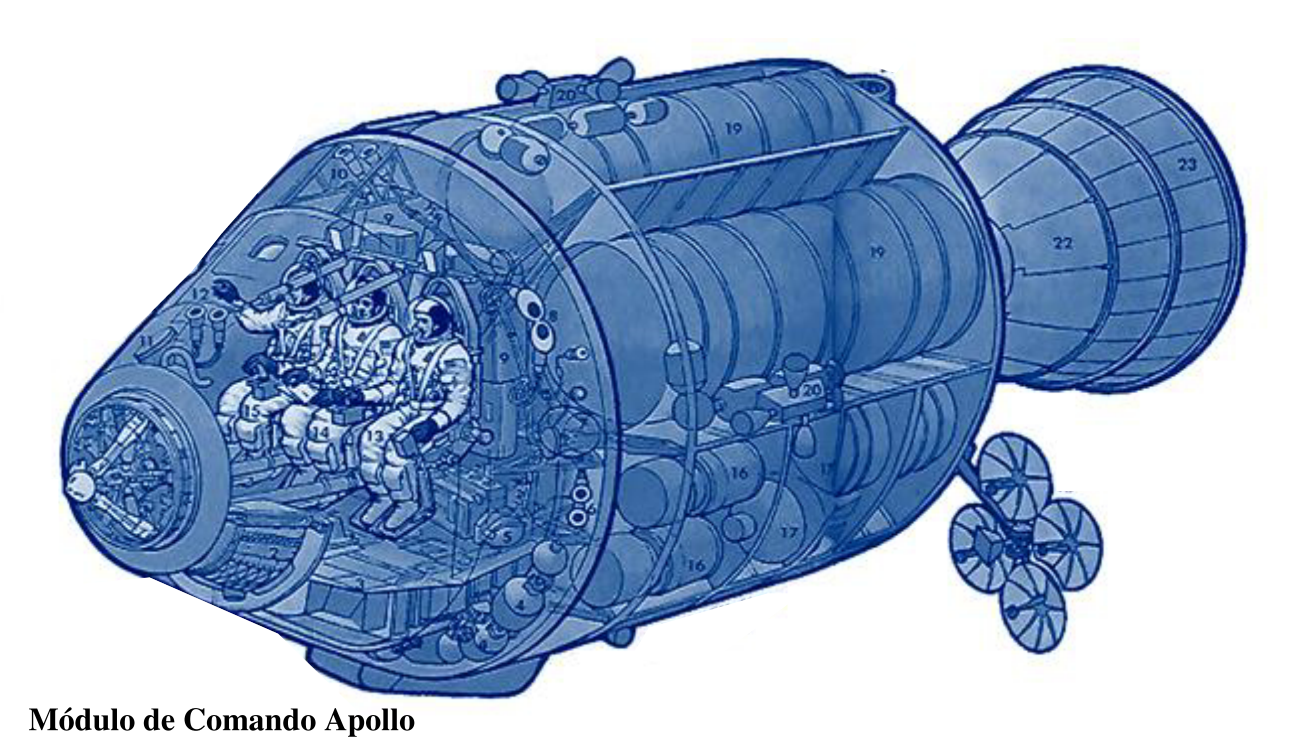
Laboratorio Espacial Skylab



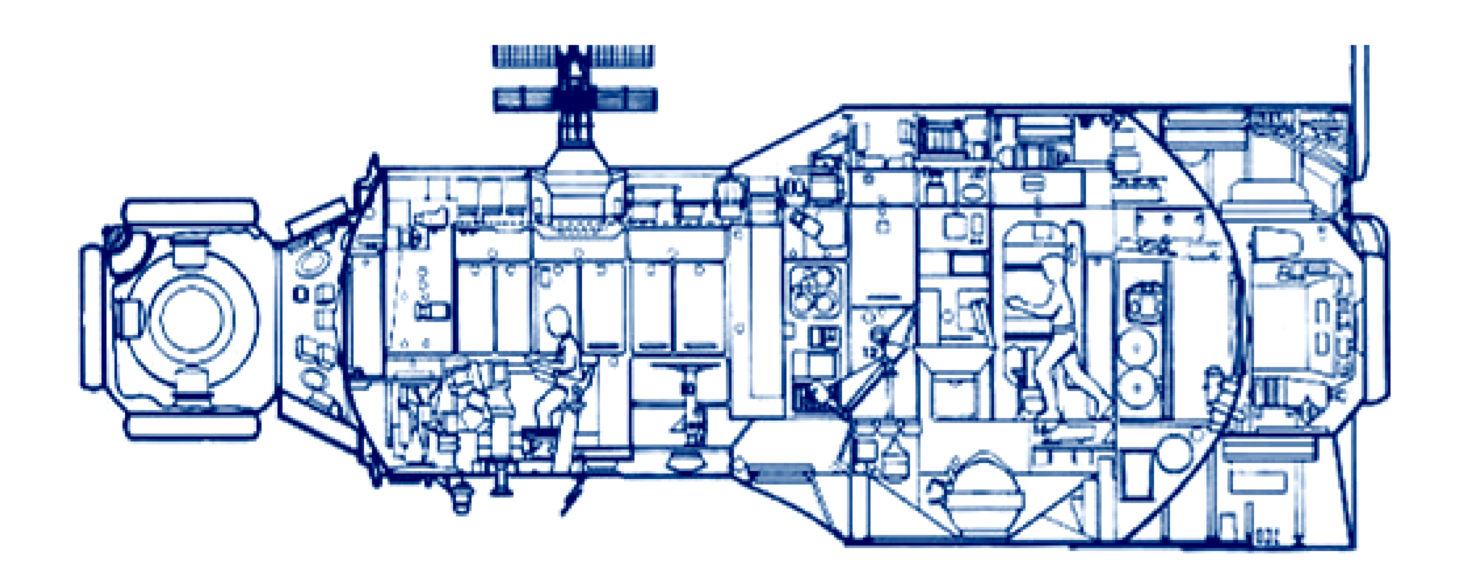
Módulo de Excursión Lunar Apollo

Estación Espacial Mir


Estación Espacial Tiangong


Módulo de Comando Apollo

El volumen cerrado de una nave espacial permite la existencia de una presión gaseosa entre 300 y 900 mm de Hg, provocada por una atmósfera de Oxígeno, Nitrógeno y CO_2, mantenida a una temperatura conveniente para la vida (el cuerpo humano necesita estar a 37 °C para estar en condiciones óptimas) la temperatura y composición atmosférica deben estar reguladas debido a su constante variación, se estima que el Oxígeno requerido por un astronauta en misión normal puede oscilar entre 0,5 y 1 Kg por día, exhalando de 0,7 a 1,2 Kg de CO_2, la cantidad de CO_2 no debe sobrepasar el 3 % en la mezcla atmosférica, ya que, en caso contrario provocaría trastornos físicos importantes. El control atmosférico deberá eliminar toda contaminación gaseosa resultante de procesos químicos, funcionamiento de instrumentos y desarrollo vital.



El agua y los alimentos plantean dificultades de almacenamiento y peso ya que un astronauta con un ritmo de actividad normal, necesita de 3 a 5 lts de agua por día, divididos en bebida, higiene y alimento, en misiones de larga duración y con tripulaciones de varias personas lógicamente el problema se agrava considerablemente.

Para evitar que el peso del Oxígeno, agua y alimentos sea excesivo, se adoptan a los procesos de regeneración, que permiten reducir mucho el peso; el calor humano, la acción de los rayos solares y el calor producido por los equipos en funcionamiento provocan un calentamiento aleatorio e irregular de la atmósfera de la nave espacial, para controlar esta temperatura, se disponen de sensores que actúan sobre los sistemas de acondicionamiento de aire regenerado (calor o frío) los dispositivos de control ambiental están ligados a los sistemas calefactores y refrigeradores que proporcionan a la nave las temperaturas adecuadas para su correcto funcionamiento, si existe calor excedente, éste es radiado al exterior.

Circuitos de regeneración

Generalmente se dispone de varios circuitos de regeneración, los de componentes ambientales (atmósfera y temperatura) como también los de agua y alimentos, la regeneración atmosférica, se efectúa mediante un ciclo de purificación de la mezcla gaseosa respirable en el interior, el gas pasa por tres filtros y un acondicionador; el primer filtro tiene como objetivo eliminar posibles partículas en suspensión, el segundo filtro (carbón vegetal) tiene como objetivo eliminar olores desagradables y el tercer filtro (catalítico) neutraliza los gases tóxicos; el vapor de H_2O disuelto en la mezcla gaseosa que entra en el ciclo purificador, es condensado, y el agua líquida resultante es tratada y almacenada para su uso posterior.

Para su oxigenación en vuelos de corta duración, pueden utilizarse tanques de Oxígeno líquido y compuestos oxigenados como peróxido de Litio, Sodio y Potasio que reaccionan con gas carbónico, desprendiendo Oxígeno y eliminando H_2O, también es posible la utilización de procesos regenerativos a partir del CO_2, en efecto, este es expulsado en la función respiratoria puede ser utilizado para la obtención de O_2, se realiza una concentración de CO_2 mediante el empleo de dos filtros, uno que elimina el vapor de H_2O, y otro con zeolita, las moléculas combinadas del CO_2 y zeolita son sometidas a los efectos de un reactor de Bosch, para llevar a cabo un proceso de reducción parcial en el que se emplea una corriente de Hidrógeno y un catalizador de Hierro, el agua obtenida en el reactor es tratada electrolíticamente, separándose el O_2 y pasando al habitáculo, el Hidrógeno regresa al reactor para mantener el ciclo los vehículos espaciales provistos con sistemas de regeneración deben disponer de provisión de Oxígeno para subsanar cualquier eventualidad o falla en el equipamiento.

En el caso de la regeneración del agua (el organismo humano, debido a procesos metabólicos expulsa más agua de la que consume) esta expulsión se debe a las funciones de respiración, micción, transpiración y defección, el agua expulsada por transpiración y por exhalación, pasa a la atmósfera, siendo recuperada por los sistemas de regeneración ambientales, es la que generalmente, una vez tratada con pequeñas cantidades de sales minerales, se usa para beber.

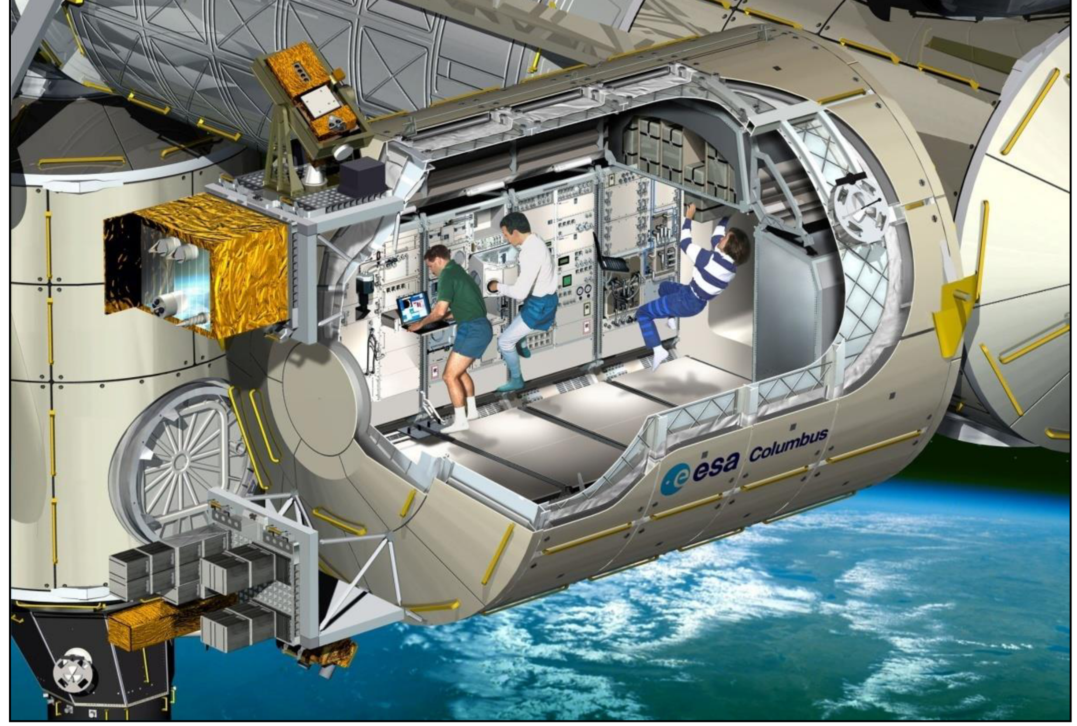

Purificador de orina

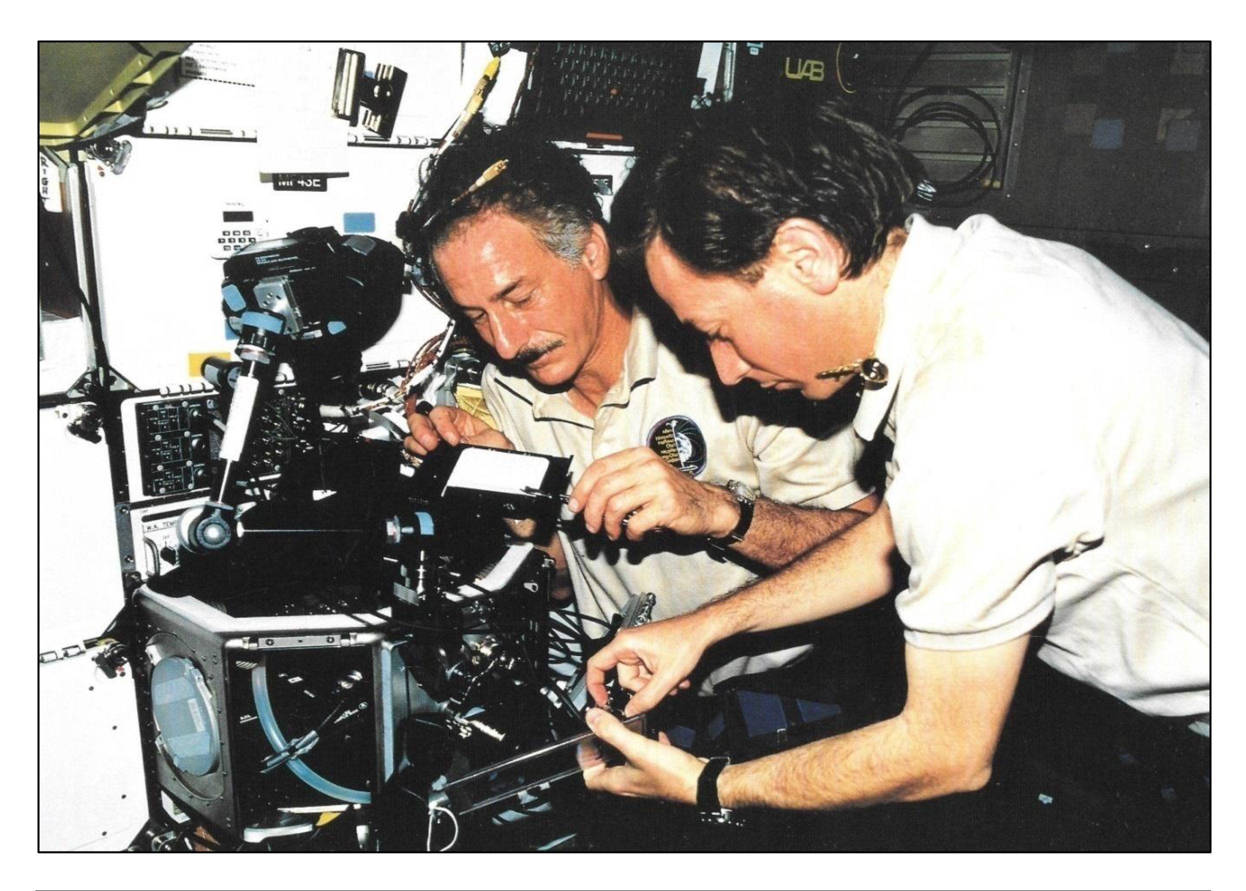

Regenerador de Oxígeno

Dentro de las naves espaciales el agua es escasa y apenas hay lugar para almacenar la cantidad que necesitan los astronautas para vivir, generalmente tienen celdas de combustible que producen electricidad haciendo reaccionar el Hidrógeno y el Oxígeno, como resultado se obtiene agua, actualmente la Estación Espacial Internacional (ISS) no posee celdas de combustible, y casi toda el H_2O que se consume se lleva periódicamente desde la Tierra, los astronautas tienen que racionarla, así que en lugar de ducha se enjabonan con un paño húmedo, además, en el baño no hay cisternas, ya que en lugar de agua se utiliza una corriente de aire para eliminar los deshechos, para expediciones de corto plazo se utilizan pañales especiales, aparte de lavarse y beber, en el espacio se necesita agua para otros fines como rehidratar los alimentos liofilizados, limpiar la nave y desarrollar experimentos científicos.








UAB


USML-2

Descanso

Un día normal en el planeta por la rotación de la Tierra consiste en un amanecer y anochecer respectivamente, no así para los astronautas, que llegan a experimentar 15 amaneceres en 24 hrs, para mantener la comunicación bajo una referencia estándar de la agenda espacial, se toma el horario GMT - 0 debido a la participación de diferentes países, para evitar problemas del sueño, se establecen horarios fijos para dormir acorde a los ciclos circadianos (ciclos desarrollados en el proceso evolutivo que promueven cambios fisiológicos, conductuales y psicológicos en un periodo de 24 hrs) para preservar la salud, los astronautas deben respetar este ciclo, buscando dormir alrededor de 8 hrs diarias, fijando sus bolsas de dormir a la pared, con el fin de prevenir que su sueño sea interrumpido por una colisión en microgravedad, los objetos alrededor también deben estar sujetos y bien asegurados.

El área para dormir es elegida cuidadosamente, la ventilación es de mucha importancia, el flujo del aire debe permitir que el dióxido de carbono exhalado sea retirado del área de descanso, previniendo una privación de oxígeno, en el mejor de los casos, el resultado será un dolor de cabeza debido al ruido generado por los ventiladores, algunos astronautas optan por llevar tapones para los oídos, una de las complicaciones más notables para conciliar el sueño es la sensación de falta de gravedad, la percepción del descanso para el cuerpo es distinta en el espacio que para los habitantes de la Tierra, la tripulación será despertada con una alarma.





Entretenimiento

En el interior de las naves orbitales se hacen trabajos de mantenimiento, investigaciones científicas, actividades extravehiculares, observaciones terrestres, alimentarse, hacer ejercicio y también actividades de esparcimiento, como escuchar y tocar música, leer libros, jugar al ajedrez, comunicarse con seres queridos, entre otros.

La primera canción que se escuchó a bordo de una nave espacial fue en 1965 en la nave Gemini-7, era una melodía hawaiana; años después, durante las misiones Apollo, los astronautas llevaban las primeras cintas de cassette con la Sinfonía del Nuevo Mundo de Dvorak y temas de The Beatles, Simon & Garfunkel o The Moody Blues y el tema de Frank Sinatra Fly me to the Moon; mas actualmente, en la ISS los astronautas han llevado una amplia lista musical que incluye temas de distintos músicos del planeta, la música es uno de los componentes más personales del equipaje, diversos estudios sugieren que la música tiene un efecto positivo sobre la memoria, mejora el rendimiento, la atención y el aprendizaje, también puede ayudar a la relajación haciendo que el cuerpo libere hormonas como la oxitocina, que también estimula el trabajo en equipo y la empatía.

El tiempo dedicado al trabajo debe estar ambientado por una iluminación intensa, un nivel sonoro oscilante entre 50/70 dB, conversaciones en voz alta y fondo de música rítmica y a una temperatura aconsejada en 17 °C, para los momentos de ocio, el nivel sonoro suele ser de 40/60 dB, iluminación moderada, música melódica y una temperatura de 19 °C.

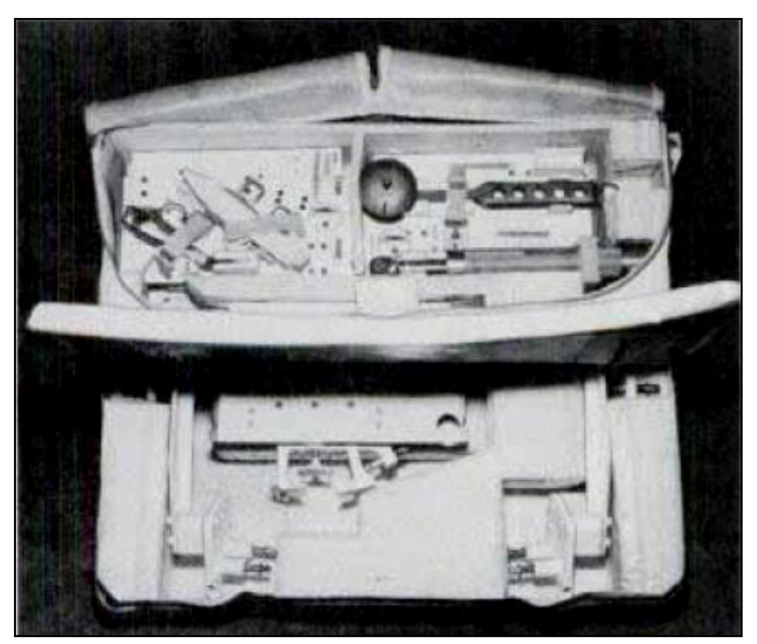




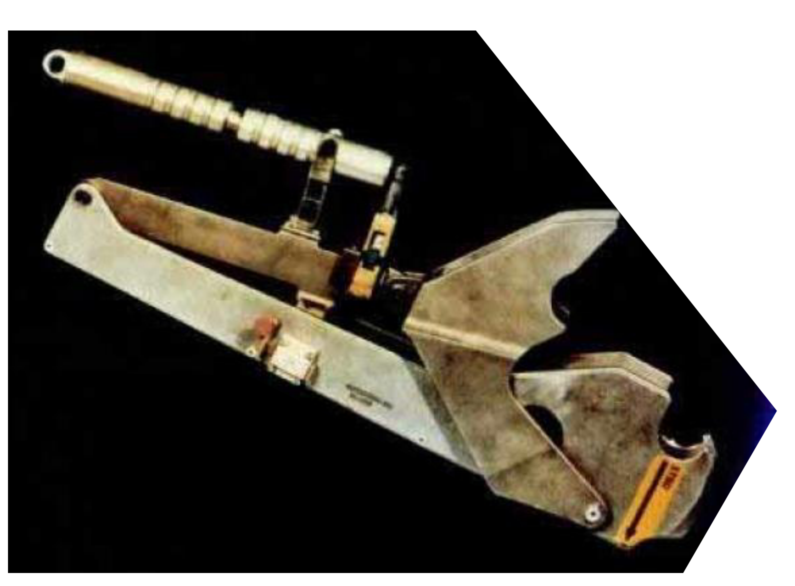
Herramientas

Las herramientas que los astronautas manejan en la reparación de naves, como martillo, sierra o destornillador, se asemejan a las herramientas usadas en talleres terrestres, pero hechas de fabricaciones especiales, más ligeras que las convencionales y a la vez de mayor consistencia, además debe tenerse en cuenta que con los guantes espaciales puestos, la capacidad de maniobra se ve notablemente reducida; debido a la limitación de espacio que existe en el interior de las naves, en cada viaje sólo se transportan las herramientas necesarias, por ejemplo, para la reparación del Telescopio Espacial Hubble, se utilizó una misma llave para apretar todos los tornillos y pernos.

Durante las salidas extravehiculares (EVA) cada herramienta debe estar sujeta a una cuerda de sostén para impedir que, en caso de pérdida, se extravíe en el espacio, incluso se ha desarrollado una aspiradora especial para absorber las virutas originadas por la sierra o taladradora, los astronautas se entrenan exhaustivamente acerca de cada herramienta para poder operarla en condiciones de ingravidez.







Salir al espacio no es algo fácil de hacer, independientemente de que la nave espacial posea una atmósfera similar a la terrestre, los trajes espaciales para cumplir las EVA poseen Oxígeno puro a presión reducida, los astronautas, previamente a la salida, deben permanecer varias horas respirando únicamente Oxígeno, para así, eliminar todo rastro de Nitrógeno presente en su sangre (de no hacerlo, sufriría un grave trastorno conocido por los submarinistas, la ebullición del Nitrógeno disuelto en su sangre produciría en el mejor de los casos, mareos o falta de atención, en el peor de los casos la muerte) esto impide realizar salidas urgentes, cada salida debe ser planificada con la suficiente antelación.

Los trajes espaciales son fabricados con materiales sintéticos termo resistentes, no arde y no se derrite cuando entra en contacto con las llamas, también deben ser capaces de proteger al ser humano en condiciones de temperaturas extremas, del intenso frío espacial (-270 ºC) y del calor de la reentrada en la atmósfera terrestre (1260 ºC) los guantes del traje espacial son pesados y voluminosos, afectan directamente a las uñas, estos oprimen tanto los dedos que terminan cortando la circulación, al mismo tiempo que una potente presión oprime la punta de cada uno de los dedos, sus manos terminan llenas de ampollas y con una progresiva caída de uñas.

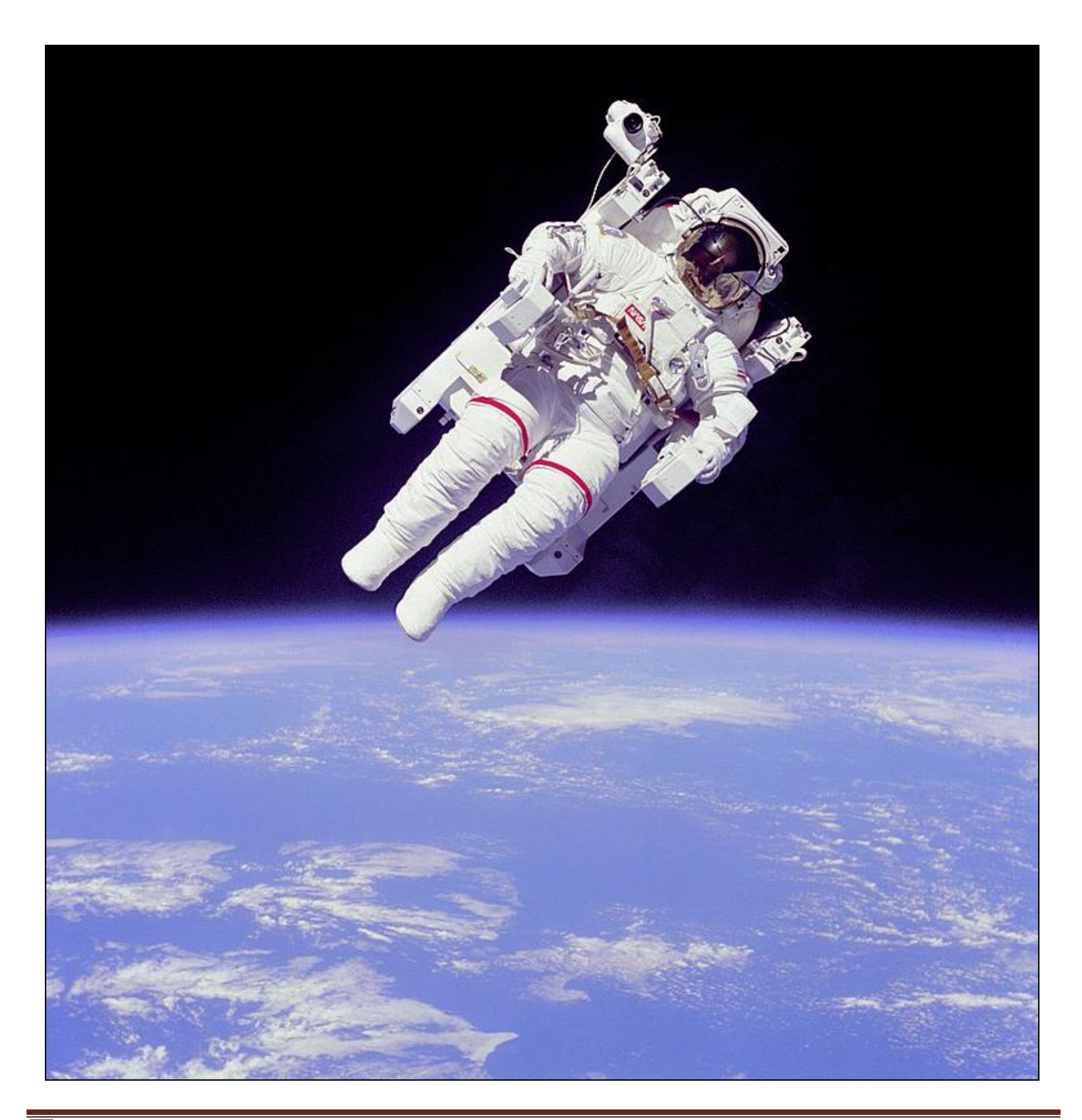
Los astronautas suelen perder masa muscular, porque en el espacio no se emplea la fuerza que se necesita en un ambiente terrestre para vencer la resistencia que genera la gravedad, necesitan ejercitar los músculos, como en el espacio se atrofian con facilidad, en las estaciones orbitales hay un gimnasio preparado para el entrenamiento

En ocasiones se les hincha la cara, el líquido se traslada desde las extremidades inferiores hasta la parte superior del cuerpo, debido a la falta de gravedad, otro de los daños que sufren es la pérdida de densidad de sus huesos (más de un 1% por cada mes en el espacio) la dificultad a la hora de caminar y realizar acciones normales es un problema con el que tienen que luchar tras su vuelta, entre otros, el descenso de la presión sobre la espina dorsal por la ausencia de gravedad hace que la estatura de los astronautas aumente aproximadamente unos 5 cm, en largos períodos de tiempo en el espacio, el corazón de un astronauta se vuelve casi un 10% más esférico, según las pruebas realizadas por expertos, se debe a la exposición a períodos extensos de microgravedad, lo que lo convierte en un problema, ya que puede derivar en dificultades cardíacas.

La ingravidez cambia por completo conceptos y nociones que forman parte de la base sobre la que reposa el componente físico de nuestra vida cotidiana, no existe el arriba/abajo, estar de pie o sentado, las propias posturas corporales pierden buena parte de su identidad, caminar o circular sobre el suelo ya no sirve para desplazarse, ya que la locomoción se realiza flotando.

En 1984 en la misión STS-41-B del transbordador Challenger el astronauta Bruce Mc Candless realizó el primer vuelo libre sin cordón umbilical en una de las MMU transportadas a bordo, convirtiéndose así en la primera persona en hacer una caminata espacial totalmente separado de su nave, su foto se la denominó "Solo en el espacio" y su actividad extravehicular duró 6 hrs 17 min, cuando volvió a Tierra, describió su experiencia:

"- Estaba extremadamente sobreentrenado, estaba ansioso por salir y volar. Me sentí muy cómodo... Se puso tan frío que me castañeteaban los dientes y temblaba, pero eso era muy poco. ... Me habían hablado del vacío silencioso que experimentas en el espacio, pero con tres enlaces de radio que dicen: "¿Cómo está aguantando tu oxígeno?", "¡Aléjate de los motores!" y "¿Cuándo es mi turno?", no fue tan pacífico... Fue un sentimiento maravilloso, una mezcla de euforia personal y orgullo profesional: me había llevado muchos años llegar a ese punto -".



Alimentación

En las primeras misiones al espacio, donde los astronautas debían ocupar poco espacio y con severas restricciones de peso, el tipo de alimentos a bordo estaban limitados, debían ocupar poco volumen y peso, además debían ser capaces de conservarse adecuadamente a temperatura ambiente durante el tiempo que durase la misión, una forma de cumplir todos los requisitos era la de deshidratarlos, esto daría lugar a dos tipos de alimentos utilizados durante las misiones Mercury y Gemini, pastillas y los purés deshidratados, en el primer caso, se trataba de pastillas de material seco prensado recubiertas en gelatina para reducir la posibilidad de que se soltasen trozos que al flotar dentro de la nave pudieran dañar algún instrumento o pudieran ser inhaladas por el propio astronauta; el segundo caso se trataba de bolsitas con polvos deshidratados que en su interior contenían algo parecido al puré de papas, para su consumo debía rehidratar el contenido del paquete inyectando agua a través de una válvula dispuesta en la bolsa, con una especie de pistola que se alimentaba de los depósitos de agua de la nave, también existían tubos de pasta alimenticia rellenos de puré comestible.





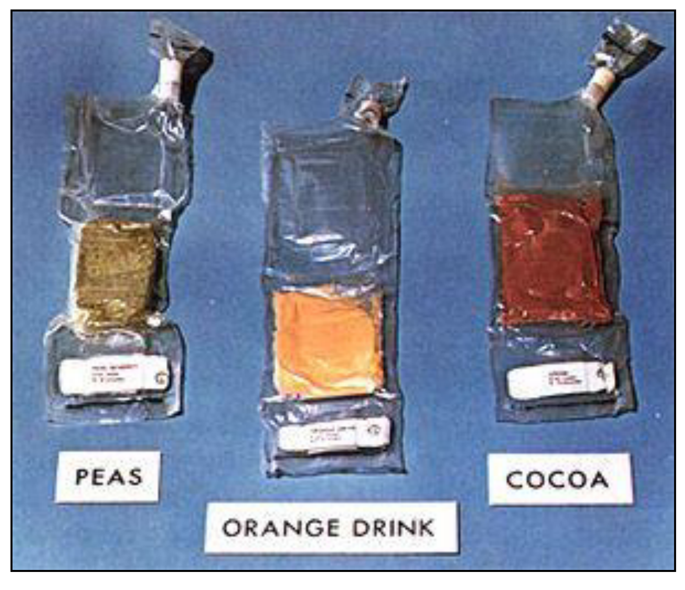
El Sandwich de Gus Grissom

Durante la misión Gemini-III, el astronauta Virgil Gus Grissom había escondido un sándwich de carne entre sus cosas personales, comiéndolo durante el vuelo, la anécdota provocó malestar en la agencia espacial, en parte por la indisciplina mostrada al saltarse las reglas y por otro lado por el riesgo que las migas pudieron suponer para la misión, además del peligro que hubiera habido si el astronauta sufriera un problema algún problema por comer un sándwich que llevaba oculto varios días sin las condiciones de conservación adecuadas, el asunto llegó a provocar una queja formal de parte del Congreso de Estados Unidos, saldándose finalmente sin mayores consecuencias para el astronauta y los responsables de la NASA.



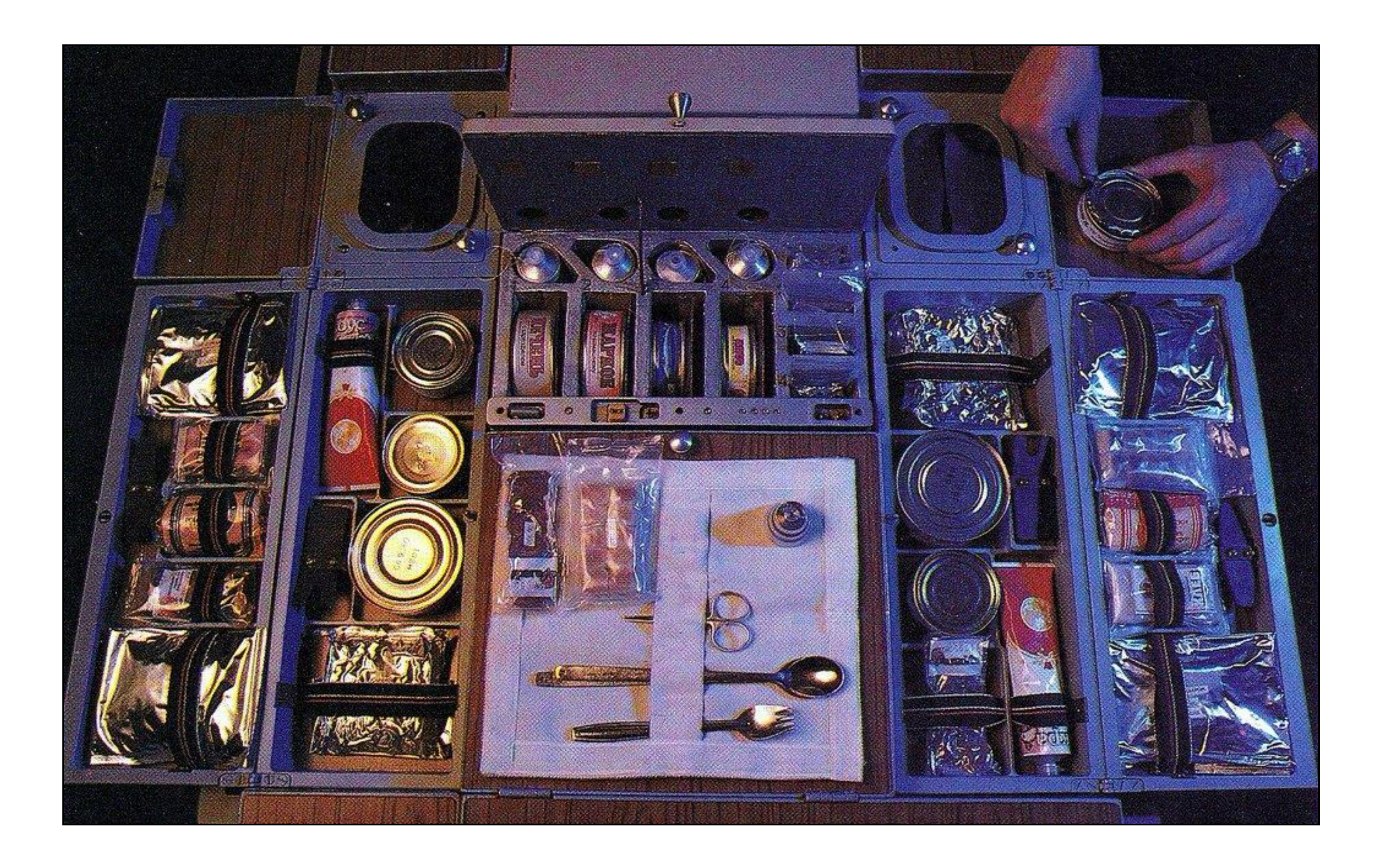
Durante el proyecto Apollo, la situación mejoró, aunque la base seguía siendo comida deshidratada, ya no se trataba sólo de polvos que se convertían en puré, eran alimentos con mayor consistencia cuya variedad había aumentado considerablemente, se llevaba en latas o envases flexibles, el proceso de rehidratación se había facilitado por el hecho de contar con agua caliente a bordo, esto además mejoraba el sabor, durante estas misiones también se introdujeron los alimentos termoestabilizados, productos conservados al vacío en su estado normal, luego de haber pasado por un proceso de esterilización térmica para evitar la proliferación de microorganismos y así permitir su conservación, durante las misiones Skylab, al ser la nave más grande, se amplió el espacio destinado a comer y se instaló la primera cocina espacial, que contaba con horno para calentar la comida, una pequeña heladera para mantener los alimentos refrigerados y mesa de comedor.







En los años siguientes con el establecimiento de una presencia humana casi permanente en el espacio, a bordo de las estaciones orbitales Salyut y Mir, se introdujeron dispositivos calentadores que permitían calentar los alimentos en una especie de horno de baja temperatura también se disponía de heladeras para la conservación de los alimentos, además, los suministros periódicos por medio de naves Progress permitían la presencia de alimentos perecederos como frutas y verduras en su estado natural, que eran consumidas a los días posteriores de su recepción, también, los rusos añadirían las latas de conserva, la base de la alimentación seguía basándose en alimentos deshidratados y termoestabilizados, a los que se añadían los irradiados (tratados con radiación ionizante para inhibir el crecimiento microbiano que provoca su descomposición).



Actualmente la ISS ha aumentado la variedad de alimentos, aunque su presencia y sabor han mejorado con respecto a misiones pasadas, existe un problema que queda por resolver de cara a futuras misiones de larga duración que es la generación de comida a bordo, a partir de vegetales cultivados en un invernadero de grandes dimensiones (en la estación orbital existe un pequeño invernadero para el cultivo experimental de algunas plantas) aunque sería posible equipar una nave con los alimentos previamente tratados para conservarse durante toda la misión, la carencia de frutas y verduras frescas obligaría a utilizar complementos vitamínicos artificiales para poder mantener la buena salud de la tripulación.

Aspectos psicológicos

Cuando el progreso tecnológico permitió misiones de larga duración, resultó evidente que los exámenes psicológicos útiles para los vuelos de varios días no servían para las largas permanencias en el espacio, como las que afrontaban los cosmonautas de las estaciones orbitales rusas, apareció entonces, toda una problemática específica, que en algunos aspectos presentaba similitudes con la sufrida por quienes pasan meses en entornos cerrados aislados en medios inhóspitos, como bases antárticas y submarinos en largas inmersiones, pero que en otros aspectos resultaba nueva, la psicología espacial surgió en Rusia y se perfiló entonces como una especialidad imprescindible para tratar estos problemas, mejorando el bienestar de los cosmonautas y su eficacia profesional, y también para permitir a la comunidad psicológica y psiquiátrica acumular la experiencia necesaria para abordar desafíos futuros como expediciones tripuladas a la Luna o Marte.

Un efecto psicológico de largas estancias fuera de la Tierra es el recuerdo por el medio ambiente terrestre, una sensación muy intensa y desestabilizadora, que puede conducir a situaciones en las que estímulos como el sonido del oleaje marino, la imagen de un bosque empezaron a manifestarse los primeros casos de esta nostalgia, este fenómeno no afecta a todos los astronautas por igual, pero va en aumento con mayor tiempo de permanencia en el espacio, su causa es el estar ausente de la Tierra, pero otros factores también influyen, cuanto más pequeño y claustrofóbico sea el espacio interior habitable de la nave o estación orbital, se acentuará esa nostalgia, un entorno funcional y poco acogedor, desprovisto de toda decoración, contribuye igualmente, la soledad que se siente fuera de la Tierra es mas intensa incluso que la experimentada en el medio del océano o el desierto, estar fuera del planeta aumenta considerablemente la sensación de lejanía y hace indispensable el contacto de radio, durante las misiones Apollo, dos de los astronautas descendían, pero el que quedaba en órbita afrontaba la soledad total durante los minutos de silencio de radio que ocurría al pasar por detrás de la Luna (ver La cara oculta de la Luna y la soledad de Collins).

Con el fin de mitigar esta nostalgia, se procura que los astronautas dispongan de material como grabaciones de sonidos de la naturaleza que pueden escuchar de fondo mientras realizan sus actividades, y se presta especial atención a la decoración, procurando que los espacios habitables estén pintados de colores alegres, imitar el ciclo día-noche mediante una adecuada iluminación artificial, proyectar paisajes naturales de la Tierra en panorámicas de amplias dimensiones logran engañar los sentidos permite una percepción mental lo más terrestre posible.

Desde que el cosmonauta soviético Titov sufriera por primera vez los síntomas durante la misión Vostok-2, el SAS ha afectado desde entonces a buena parte de los astronautas que han ido al espacio, hasta hoy aún no se sabe a qué se deben estos síntomas y qué puede hacerse para mitigarlos, los efectos del SAS (alteración en situación de ingravidez de los fluidos que forman parte del sistema vestibular del oído interno en el órgano del equilibrio) incluyen vértigos, mareos, pérdida del equilibrio, fuertes dolores de cabeza, náuseas y vómitos y una sensación general de malestar tan intensa, que puede llegar a dejar completamente incapacitado de trabajar al astronauta que lo presente, a los pocos días los síntomas desaparecen por completo, pero es un bienestar aparente, ya que la situación vuelve a presentarse más adelante, cuando el astronauta vuelve a la Tierra y el órgano del equilibrio tiene que adaptarse a la gravedad de nuevo, curiosamente, el SAS no afecta a todos los astronautas por igual al parecer el entorno puede determinar si el SAS aparecerá o no; los espacios reducidos parecen evitar la aparición del síndrome, mientras que grandes espacios abiertos, como grandes naves o la inmensidad del vacío espacial contemplada durante las EVA, parecen favorecerlo, durante las misiones Mercury y Gemini, ningún astronauta experimentó este tipo de síntomas (posiblemente el reducido espacio había evitado la aparición de los síntomas) que sí aparecieron con fuerza tras la puesta en órbita del Skylab (una tripulación completa resultó completamente incapacitada durante varios días) el mayor volumen interior de las naves Vostok podría haber sido en parte el responsable del mal del espacio sufrido por Titov.

La cara oculta de la Luna y la soledad de Collins

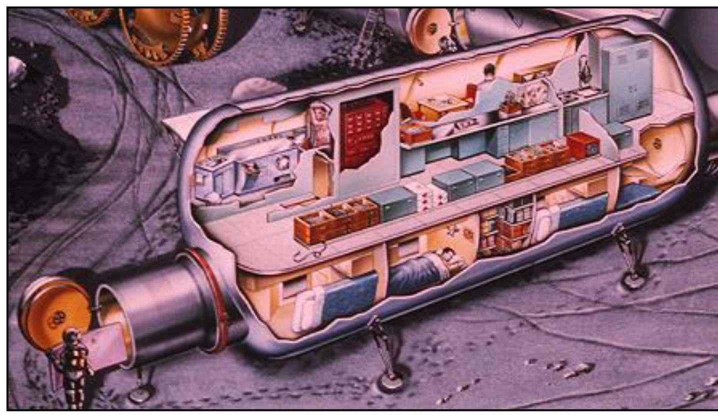


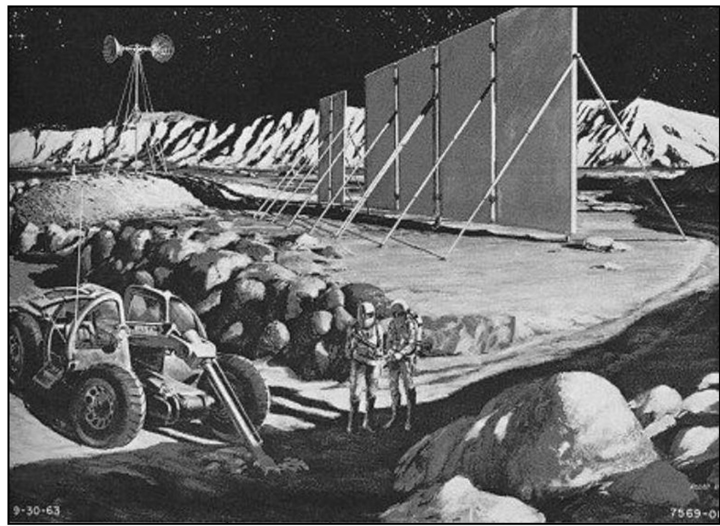
El gran peligro de la cara oculta de la Luna es que las naves que orbitan nuestro satélite pierden todo contacto con la Tierra al dejar la cara visible porque en el camino de las ondas de radio entre ellas y la Tierra se interpone la Luna. China lo solucionó poniendo un satélite (el Queqiao) que funciona como estación de retransmisión en una órbita tal que permite contacto permanente entre el sitio de alunizaje y la Tierra.

Antropológicamente, la cara oculta de la Luna alcanza una dimensión mítica al ser el escenario de las horas más solitarias que ningún humano haya tenido. Cuando la misión Apolo 11 se dividió entre el módulo lunar "Eagle" con Neil Armstrong y Buzz Aldrin como los primeros en tocar la superficie de la Luna, y el módulo de comando que orbitaría hasta el acoplamiento del módulo lunar y la vuelta a la Tierra, el piloto de éste, Michael Collins pasó 21 horas en solitario, ocupado con las incontables tareas de la misión y preocupado por la suerte de sus compañeros. Esa soledad era un record: fue el humano que más lejos vivió de todos sus congéneres: al encontrarse en la cara oculta Collins estaba a 3585 Km de Armstrong y Aldrin en la superficie y mucho más lejos del resto de la humanidad. Ya los periodistas se habían percatado de que Collins sería el hombre más solitario de la historia en la cara oculta de la Luna y éste se había burlado del mote como "filosofía barata". De ahí proviene la expresión norteamericana que traducida a nuestro español sería "más solo que Michael Collins". A su vuelta negó haberse sentido solitario, dijo que era consciente de ser parte de la misión. Quizás el espíritu militar que EE.UU. quiso imprimir a las misiones Apolo, sobre todo a las primeras, en cierta manera cohibió a Collins de manifestar la inquietud que todos suponemos que siente quien queda completamente solo, en silencio (las comunicaciones se cortan abruptamente en un determinado punto) y contemplando el negro cielo estrellado. El comandante del módulo de comando del Apollo 15, Al Worden, en la misma situación de Collins dijo que cortar las comunicaciones con la Luna y la Tierra le permitió disfrutar el momento. El propio Collins en su autobiografía publicada en 1973 reconoce una cierta inquietud en esos momentos de soledad absoluta, y muchos años después reconoció que lidiaba mentalmente con la posibilidad de que el módulo de descenso no pudiera retornar desde la superficie lunar y tuviera que dejar allí a sus dos compañeros. Como si fuera el guión de un western, sabía que en ese caso sería un hombre marcado para toda la vida por lo que se habría visto obligado a hacer.

Habitar la Luna

La especulación con respecto a vivir de forma permanente en suelo lunar se ha estado pensando desde que se crearon los primeros cohetes de combustible líquido en la década de 1920; con el agregado de datos de los vuelos de distintas sondas espaciales y del Programa Apollo, la idea de bases lunares, que era el área más especulativa de exploración espacial, se fue convirtiendo en una posibilidad, una base lunar es probablemente un elemento crítico en la continuación del programa espacial, la selección del sitio involucra una serie de variables complejas, que incluyen materias primas para la posible generación de propulsores de cohetes, ciclos de calor y frío, vista del cielo (por consideraciones astronómicas, entre otras) composición geológica de la región, la disponibilidad de recursos específicos, incluida la energía y ciertos minerales, es fundamental para el éxito.





Los datos de las misiones Apollo sirvieron como referencia en las mediciones del entorno lunar natural, como también para las actividades correspondientes a una base lunar, la búsqueda de un sitio atractivo para instalar observatorios astronómicos debido a la ausencia de una atmósfera sustancial y la estabilidad de su superficie (la atmósfera lunar actual es lo suficientemente transparente como para que no haya una distorsión significativa de la imagen debido a la absorción o refracción) por esos motivos mas que interesantes, junto a las misiones Apollo, la NASA proyectó una base lunar donde el principal elemento del sistema de transporte constituía un poderoso cohete con un motor nuclear NERVA que serviría para llevar hombres y carga entre las órbitas terrestres y lunar, con el apoyo (desde la Tierra) del transbordador espacial, y en los alrededores de la Luna de una nave de combustible químico, se estimaba que una misión NERVA sería capaz de colocar en orbita lunar unas 90 tn de carga y de depositar casi la mitad de ellas en la superficie, los recortes al programa determinaron el abandono del motor nuclear.

El regreso a la Luna lo mas probable es que las primeras expediciones a la Luna se dediquen a ampliar la labor iniciada por el programa Apollo y realicen incursiones temporales en zonas hasta ahora inexploradas, un progreso con respecto al Apollo consistiría en desembarcar un laboratorio móvil antes de la llegada de la misión principal, en este laboratorio móvil los exploradores podrían alejarse hasta varios Km del lugar de alunizaje en el transcurso de un día lunar y regresar al atardecer.

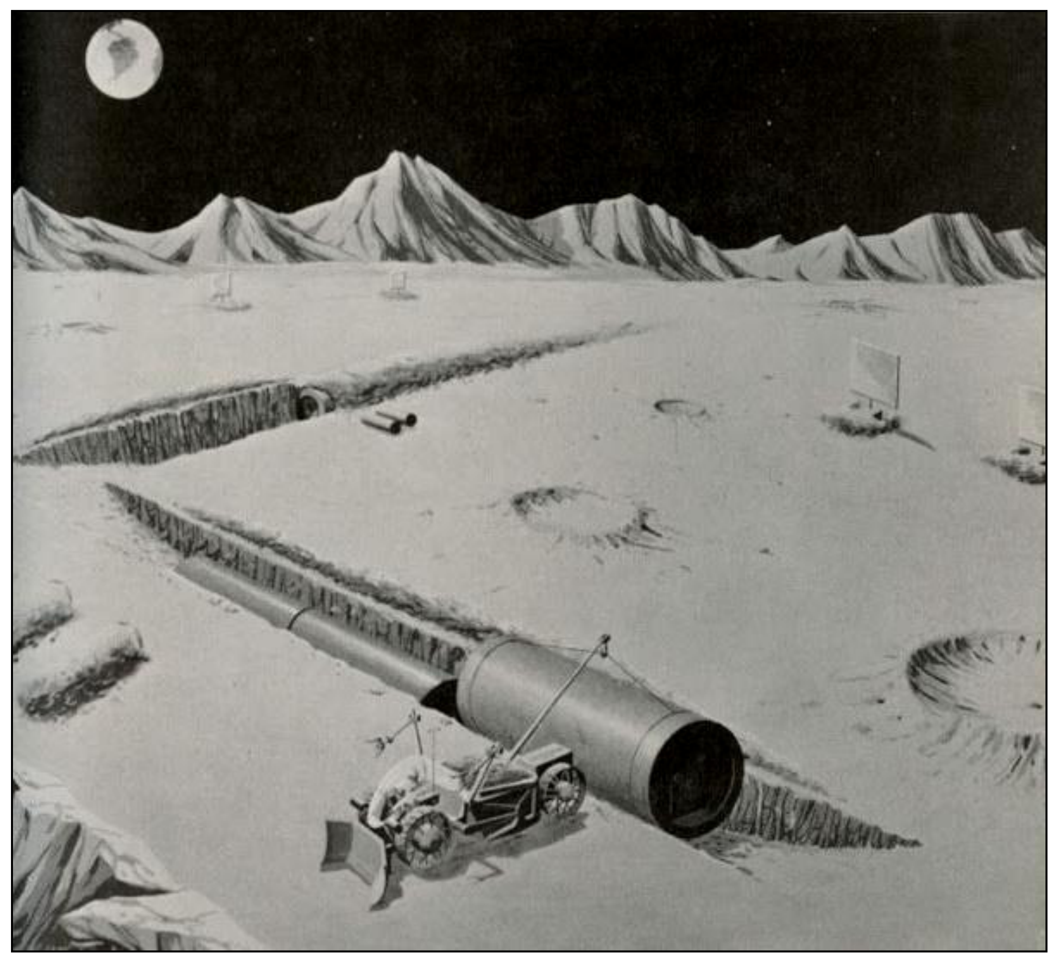


Si la idea es una base permanente, la elección de lugares específicos presenta ciertas ventajas, un factor importante es que la Luna gira en torno a su eje, a pesar de mantener siempre la misma cara orientada hacia la Tierra, al tiempo que circunda a ésta en el transcurso de un mes gira también en el espacio alrededor de su propio eje. Un satélite espacial situado en órbita polar alrededor de la Luna pasaría regularmente sobre su superficie y sobrevolaría todos los puntos de la misma cada 14 días, si se recurre a un encuentro espacial como medio de aprovisionar una base en la superficie, dicha cita solo sería posible cada dos semanas, un emplazamiento ecuatorial se vería libre de esta limitación, la órbita del encuentro estaría situada en el plano ecuatorial y los lanzamientos podrían efectuarse aproximadamente cada 2 hrs.

La base en el suelo selenita habrá de alcanzar un cierto grado de autosuficiencia mediante la producción de algunos de sus alimentos (excepto el Nitrógeno, Cinc, Boro y Molibdeno, casi todos los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas se hallan presentes en el regolito lunar) al principio el objetivo no será conseguir que la base sea independiente de la Tierra, sino complementar la dieta de los astronautas con alimentos frescos (el tomate, repollo, zanahorias y batatas se cuentan entre los cultivos mas adecuados para la huerta lunar)

Las primeras bases seguramente se construirán con módulos prefabricados desembarcados con anterioridad, éstos servirán de núcleo a la base posterior y proporcionaran a los astronautas un alojamiento mientras llevan a cabo las misiones científicas y dominan las técnicas de construcción que tendrán de emplear mas tarde, a medida que la base se extienda resultará cada vez mas económico importar herramientas de construcción en lugar de alojamientos terminados, y emplear el trabajo de los astronautas para ampliar su lugar de residencia, en este primer periodo habría mucho que aprender, pero probablemente los problemas serán menores que los que deban afrontar los trabajadores que operan en las duras condiciones del Ártico o de la Antártida.

Los vehículos enviados para los trabajos de construcción excavarían una trinchera en la roca suelta (regolito) de la superficie lunar (según el proyecto Horizon en 1965) y las secciones del recinto presionizado serían ensambladas en su interior, una vez completado, el techo deberá ser cubierto con el material excavado, no para resistir la presión interna (lo que requeriría una profundidad de decenas de metros), sino para proporcionar aislamiento térmico y protección contra las radiaciones, en este contexto el polvo lunar sería un aislante perfecto para los depósitos de almacenamiento criogénico, en los que se almacenaría el Oxigeno e Hidrógeno líquidos empleados como combustible por los cohetes, también éstos deberán de enterrarse bajo la superficie a fin de aislarlos.

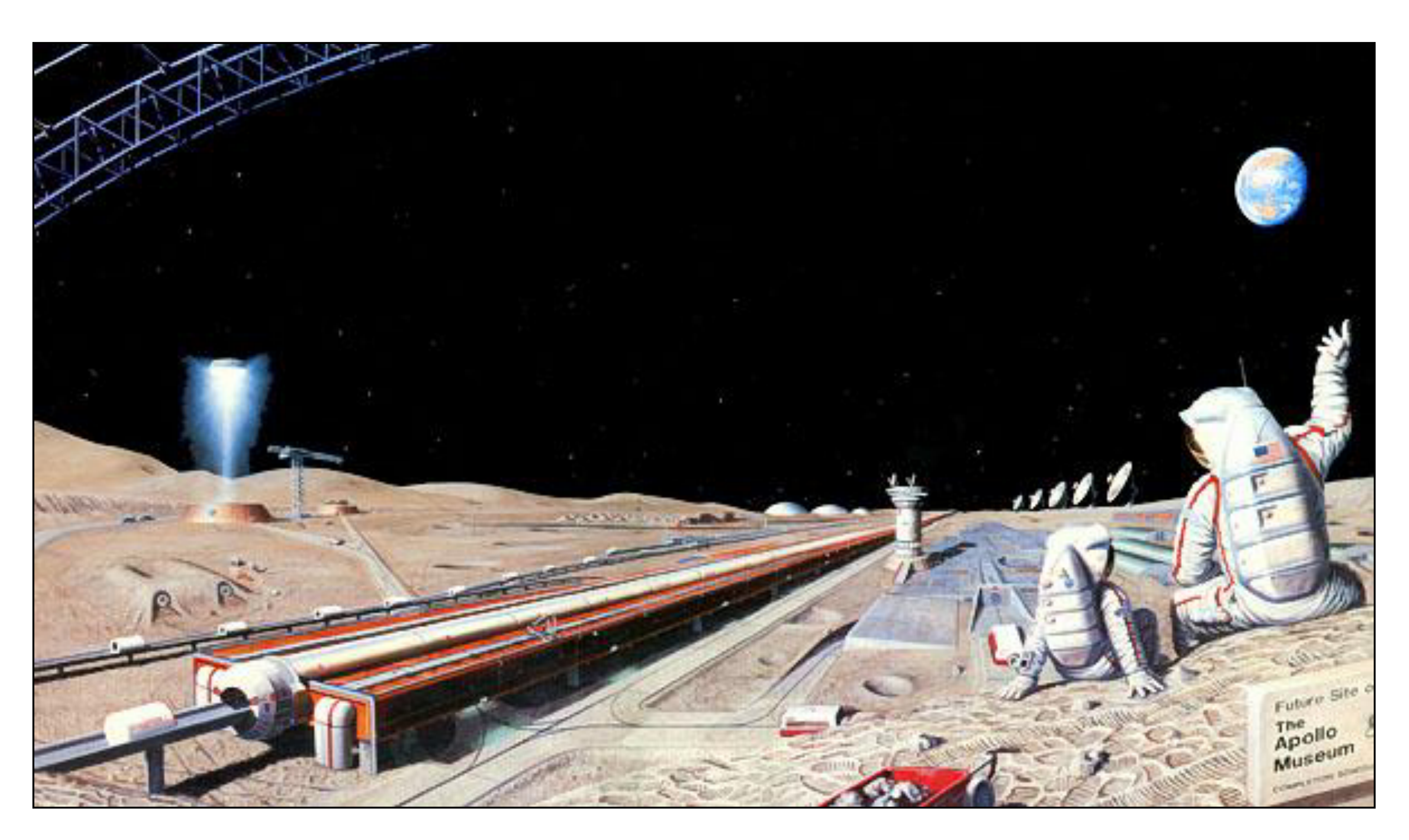


Si se opta por una base en la cara oculta de la Luna sería necesaria una estación retransmisora secundaria para mantener las comunicaciones con la Tierra, existe un tipo de órbitas centradas en un punto situado detrás de la Luna (llamado segundo punto de Lagrange o L-2) que no circundan a ésta ni a la Tierra, sino que describen un halo, del mismo modo que los satélites de comunicaciones de la Tierra se sitúan en una órbita geoestacionaria, los de la cara oculta de la Luna habrán de situarse en esa órbita de halo.

En la Luna, cuando el Sol se pone lo hace durante 14 días y la mayoría de las plantas se marchitan y mueren si son mantenidas en la oscuridad durante ese período, para resolver este problema, la Academia de Ciencias de la URSS sometió el trigo al ciclo lunar y descubrió que si se hace descender la temperatura a un grado aproximadamente por encima del punto de congelación durante la prolongada noche, las plantas quedan hibernadas y dispuestas para reanudar su crecimiento normal cuando el Sol reaparece y la temperatura aumenta, de este modo la agricultura en la Luna no precisará simular artificialmente las condiciones de la Tierra.

Aunque en la Luna se pueda producir Oxígeno líquido suficiente como propulsor para los cohetes, es improbable, un porcentaje del peso del combustible, consistente en Hidrógeno líquido, deberá suministrarse desde la Tierra, para esto es necesario algún dispositivo que no requiera ninguna clase de propulsor y que sea capaz de lanzar al espacio los materiales lunares, como una gran catapulta que emplee únicamente la energía producida por un generador solar, en nuestro planeta se ha probado con catapultas electromagnéticas para propulsar trenes, y para crash test en pistas de pruebas, dichas catapultas emplean un motor eléctrico lineal, si bien el necesario para lanzar cargas desde la Luna seria ligeramente distinto de los utilizados en la Tierra.

La mayoría de estos motores suelen moverse a una velocidad constante, en el caso del acelerador lunar deberá emplear una técnica análoga a la de los desintegradores de partículas atómicas, en los que el proyectil se desplaza a lo largo del lanzador sobre una onda magnética en aceleración constante, cuanto mayor sea la velocidad a la que el lanzador debe impulsar los proyectiles mas difícil es de construir, pero debido al reducido campo gravitatorio de la Luna y a la ausencia de resistencia del aire es posible un lanzador semejante, éste estaría constituido por su sistema generador de energía y estaría rodeado de un extenso campo de paneles solares destinados a convertir la luz solar en electricidad (sobre la base de esta tecnología puede calcularse que para poner en órbita 100 Kg de carga será preciso un acelerador de 1 Km de longitud y una planta de energía capaz de generar 11 MW).



Científicos del NASA-JPL propusieron una base polar, un factor a su favor lo constituye el hecho de que la Luna posee una ligera inclinación axial de tan solo 1,5° en comparación con los 23,5° de la Tierra, en los polos de la Luna existen casi con toda seguridad cráteres y zonas de sombra a los que nunca llega la luz solar, la presencia de estas aéreas permanentemente oscuras, que deben hallarse a muy bajas temperaturas, ha inducido a los científicos a considerar la existencia de hielo y gases congelados atrapados desde hace millones de años, de hecho se han hecho estudios con naves en órbita en esas zonas, de ser así, representarían una importante fuente de recursos naturales, aún cuando no haya agua, la posibilidad de encontrar lugares permanentemente iluminados por el Sol junto a otros en perpetua oscuridad ofrece unas ventajas operativas, en ellos podrían emplazarse paneles solares para proporcionar energía a la base de un modo continuo, mientras que en otra parte deberían complementarse con una fuente alternativa durante los 14 días que dura la noche; las zonas en sombra permanente podrían ser utilizadas para refrigerar y manejar ciertos equipos científicos especiales, como los telescopios IR, que deben mantenerse a muy baja temperatura para obtener la máxima eficacia.

Dado que la investigación astronómica será una de las primeras tareas importantes de la base lunar, y que el hemisferio S (visto desde la Tierra) posee numerosos objetos de interés para la astronomía moderna, desde allí sólo se vería la mitad del firmamento, pero resulta interesante la posibilidad de un período de seguimiento ilimitado, no interrumpido por la luz diurna ni por el movimiento orbital.

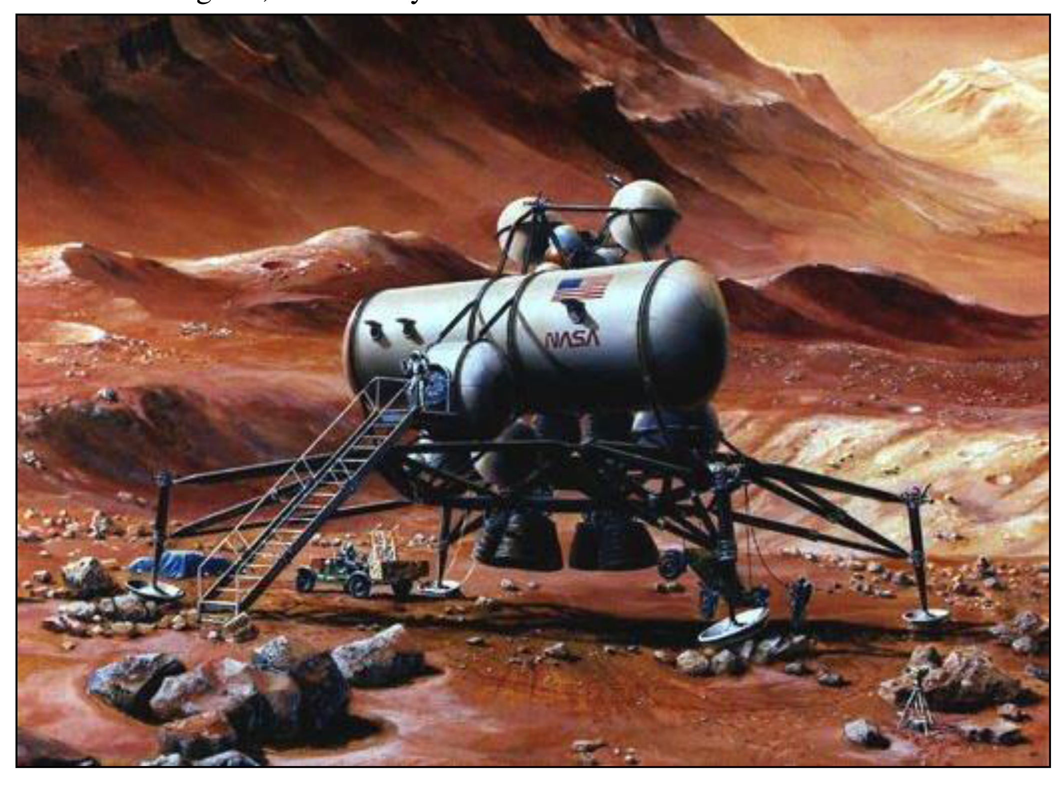
Hasta la fecha solo han estado en la Luna 12 hombres quienes estuvieron en suelo selenita un total de 2:31 hrs Apollo-11, 7:45 hrs Apollo-12, 9:21 hrs Apollo-14, 18:33 hrs Apollo-15, 20:14 hrs Apollo-16 y 22:02 hrs Apollo-17, siendo actualmente las únicas personas que han tenido el privilegio de vivir en otro mundo.



Habitar el planeta Marte

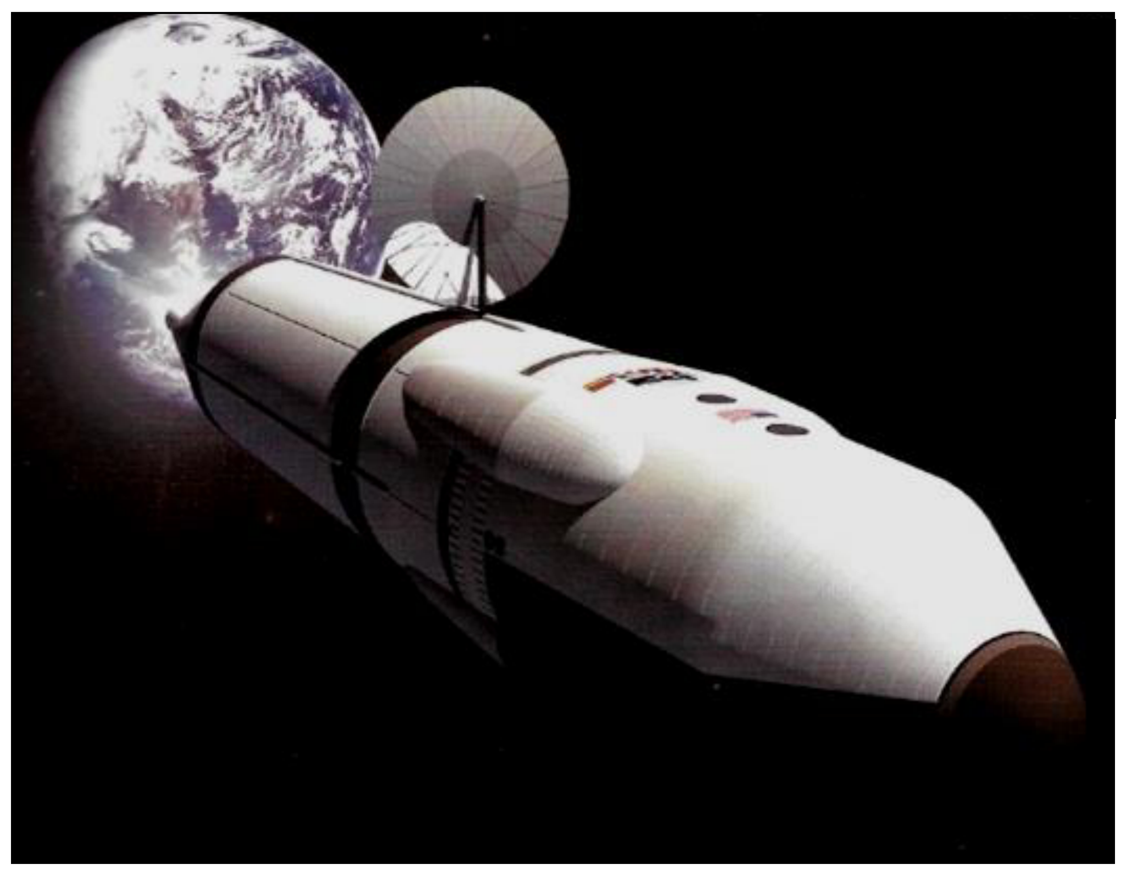


A pesar de las diversas naves robóticas que hacen estudios en la superficie marciana, la mayor parte de la cantidad de datos científicos que se obtienen durante años, podrían conseguirse en solo unos días o semanas, mediante una misión tripulada, muchos científicos son reacios a enviar una misión tripulada al planeta rojo, argumentando que gracias al rápido desarrollo de la tecnología, las sondas espaciales, en un futuro, podrán realizar mucho más rápido cualquier trabajo de investigación y que es innecesario enviar humanos arriesgando sus vidas; si bien es cierto y los argumentos no son malos, las razones para acelerar el envío de humanos a otros planetas no son puramente científicas, sino más bien sociológicas, culturales y económicas.



Según los más importantes organismos espaciales, el primer viaje tripulado a Marte se podría llevar a cabo alrededor del año 2030, para entonces, si todo marcha según lo planeado y las condiciones socio políticas lo permiten, el ser humano habrá adquirido la tecnología y el conocimiento necesarios para enfrentarse a este nuevo desafío, igualmente incluso con todos nuestros conocimientos, Marte continuará siendo un planeta totalmente nuevo, un mundo que habrá que estudiar y explorar utilizando un número limitado de recursos que las primeras tripulaciones deberán saber explotar al máximo.

Entre la ida y la vuelta de un viaje a Marte transcurrirían, al menos, tres años, el reloj biológico humano ha puesto de manifiesto la necesidad de contemplar otras implicaciones de naturaleza no estrictamente espacial como por ejemplo qué hacer si un astronauta enferma o muere o con las relaciones sexuales entre los miembros de la misión.

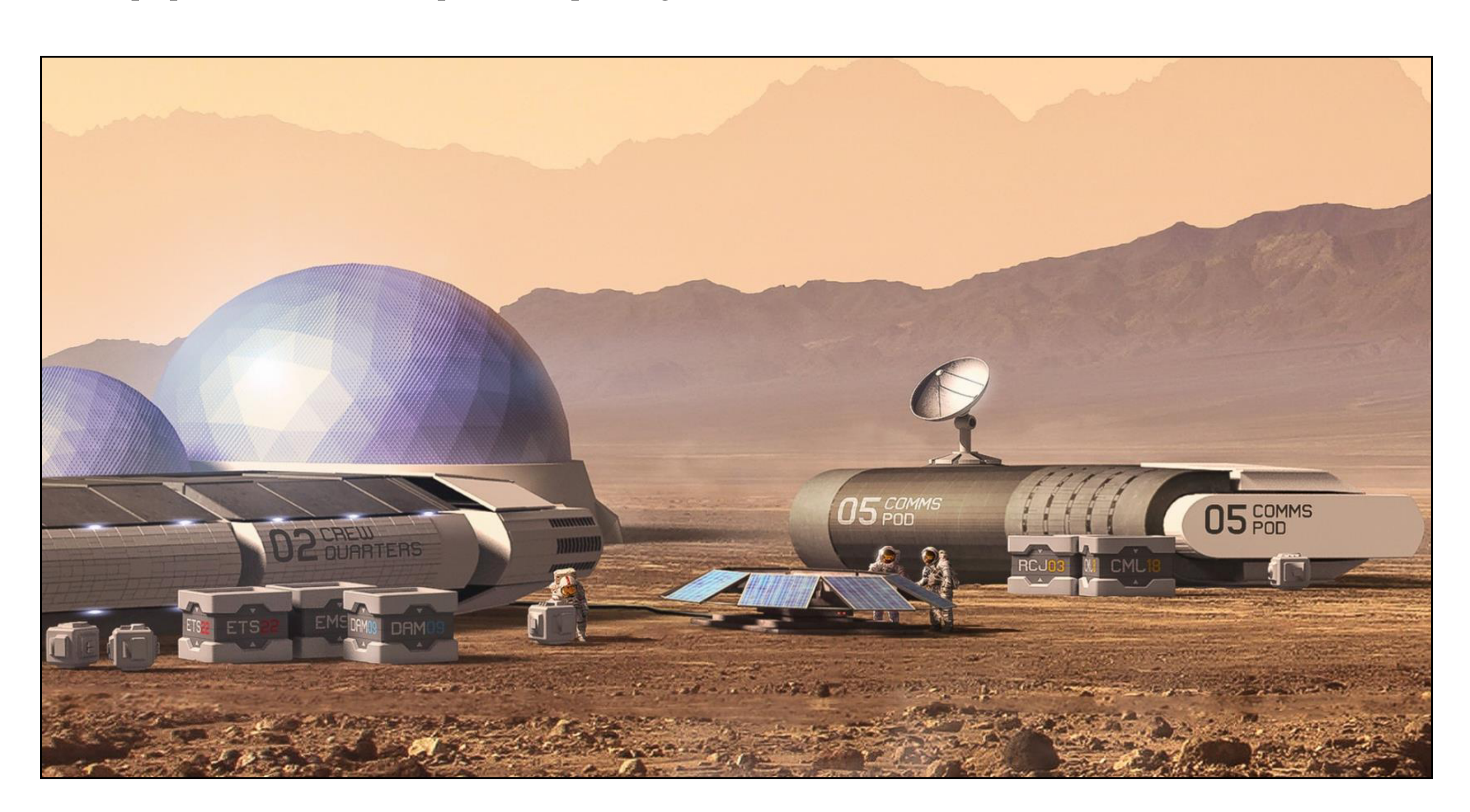


Aunque parezca algo mundano para el entorno cósmico, son éstas las últimas cuestiones que se están debatiendo y que abren a los investigadores espaciales nuevos escenarios; los problemas de la naturaleza bioética también conciernen la investigación espacial, argumentos como éstos no pueden encontrar respuesta dentro de la NASA, además son temas que preocupan, pero de la que no se habla cómodamente; se están intentando desarrollar unas normas éticas de fondo para dotar a los comandantes de recursos, en el caso de que durante una misión de larga duración, tuvieran que enfrentarse a alguna decisión difícil de índole semejante, las medidas mas complejas podrían estar relacionadas con un caso de enfermedad grave, hasta ahora, jamás se ha verificado que un astronauta enfermara (desde este punto de vista, los elegidos para las misiones son minuciosamente analizados) pero en el caso de un viaje de tres años, la hipótesis puede cobrar forma, la NASA ha empezado a considerarlo con seriedad, aunque dicen no haber encontrado aun soluciones, tal vez porque deban involucrar a expertos en otros campos de investigación, como la necesidad de afrontar el estudio de la conducta humana en el área de las ciencias biológicas respecto a los valores y principios morales fuera de su entorno natural, y trasladarlo al contexto espacial.

El sexo en el espacio no es una cuestión que tenga relación con la salud de la tripulación, en todo caso con el comportamiento al que cada astronauta esta disciplinariamente sujeto, actualmente no existe ningún apunte sobre problemas ligados a las relaciones sexuales de los tripulantes, que compartirían un espacio sumamente estrecho durante varios años que, según los expertos que han redactado el primer borrador, este problema será afrontado en un futuro próximo por los psicólogos de la NASA, entre las decisiones ya tomadas hay algunos detalles técnicos, como la máxima exposición a las radiaciones en el horario de trabajo, que no debe superar las 48 hrs semanales, pero las cuestiones más delicadas son todavía objeto de discusión.

El problema de la muerte, sin embargo, tiene implicaciones de tipo médico, mas allá que las bioéticas, antes o después, llegará el momento en el que habrá que prever el riesgo mortal y si deberán disponer de una normativa que determine el comportamiento a seguir; la principal preocupación es qué hacer en caso de que un astronauta enferme gravemente, cómo tratarle o en qué momento interrumpir ese tratamiento, considerando además el hecho de que un mensaje enviado a Tierra para hacer telemedicina tardaría unos 30 minutos en llegar, actualmente, el astronauta que enferma seriamente en el interior de la ISS puede regresar a Tierra en pocas horas a bordo de una nave Soyuz, en el caso de un viaje a Marte, no sería posible, sería necesario prever toda una serie de intervenciones de urgencia y operaciones quirúrgicas

En cualquier caso, la NASA esta considerando disponer de los antecedentes genéticos de los astronautas, siendo cosas que hay que afrontar con mucha atención y cuidado porque tienen consecuencias éticas que van mas allá de la investigación espacial, en un principio se piensa en una elección sujetos que mejor aguanten radiación cósmica sin desarrollar un cáncer, aunque algunos expertos creen que también podría usarse para eliminar aquellos candidatos con mas preposición a desarrollar problemas psicológicos.



A su llegada a Marte, los primeros astronautas se encontrarían con un paisaje desértico, un cielo de color rojizo debido a la continua presencia de polvo en suspensión, vientos, tormentas de arena de proporciones planetarias y un suelo sembrado de rocas (como se ha visto en las fotografías de las naves que han amartizado) durante su permanencia en la superficie, deberán aislarse de las duras condiciones que impone el planeta, por lo que, salvo para las salidas al exterior, deberán permanecer en un hábitat que, junto a uno o varios vehículos de exploración, un invernadero y un sistema generador de energía, conformarán un puesto avanzado.

En primer lugar, se deberá realizar una caracterización geológica del entorno, crucial para responder cuestiones sobre el pasado climático del planeta, las investigaciones también incluirán la búsqueda de recursos útiles para próximas misiones, como depósitos de agua y hielo, el agua, como un recurso natural, evitará en posteriores misiones llevar Hidrógeno desde la Tierra para producir el combustible necesario para los cohetes, como también les permitirá montar invernaderos a gran escala, el primer paso para la construcción de una base permanente.

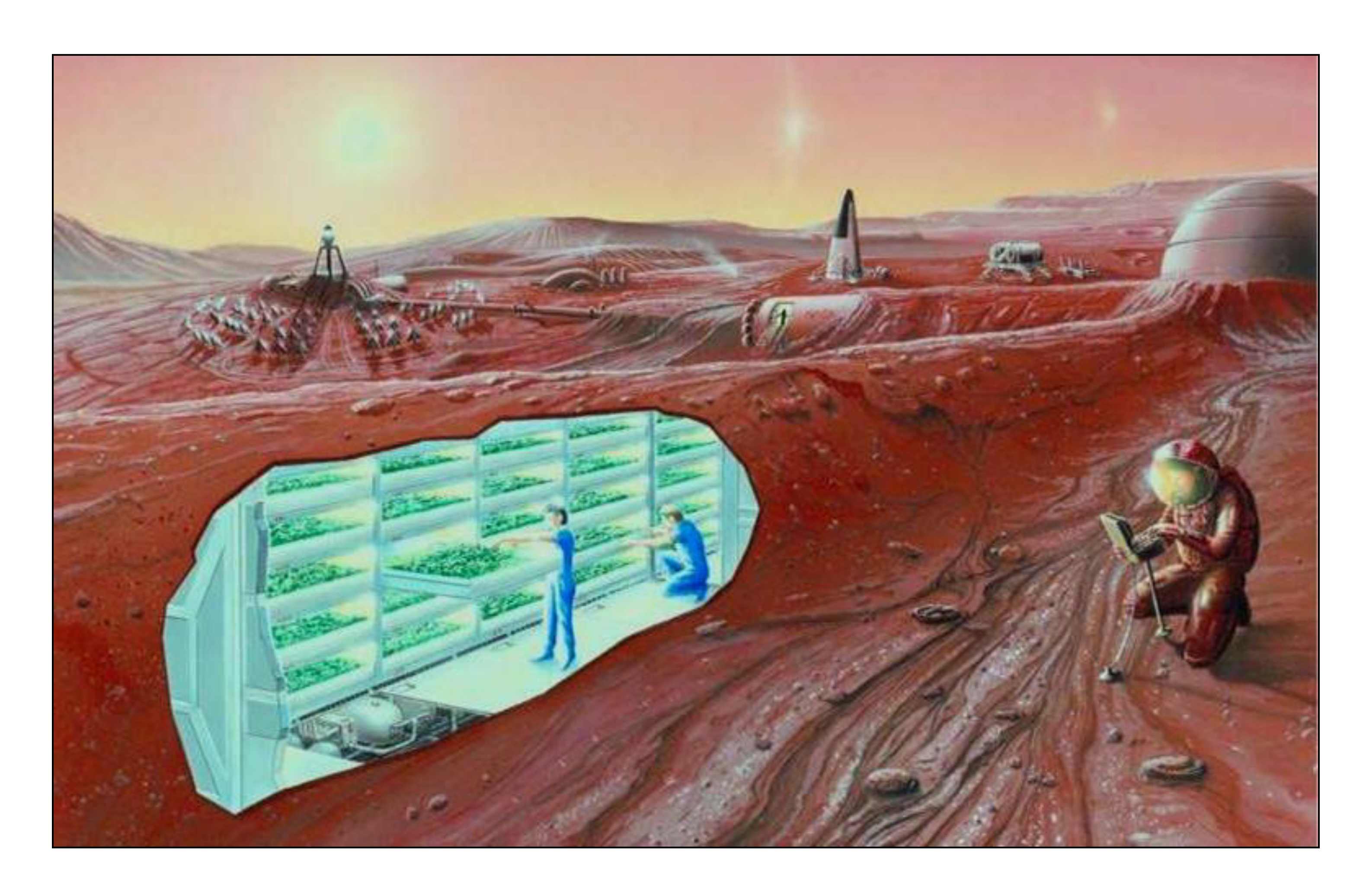


Los vehículos de exploración serán una pieza fundamental en la misión, permitiendo a los astronautas alejarse del hábitat en orden de varios Km, dependiendo de si es o no presurizado (los astronautas del programa Apollo utilizaron vehículos sin presurizar para sus desplazamientos por la Luna) en Marte, será necesario explorar grandes superficies y el uso de vehículos presurizados permitiría recorrer largas distanciasen misiones de exploración que podrían durar varios días.

Se ha calculado que la presión continua máxima que debe ejercerse sobre el suelo marciano durante el rodaje de un vehículo es de tan sólo 14 gr/cm^2, valor confirmado por los rovers que circulan por el planeta rojo, por lo que el uso de un rover presurizado (mucho más pesado) supondrá tener que distribuir el peso en grandes ruedas para reducir la presión de contacto, o la utilización de un sistema de muchos ejes.

En las primeras misiones fuera del hábitat, los astronautas tendrán un objetivo primordial que, si bien no es el más importante para la futura colonización del planeta, sí lo es desde un punto de vista científico, social, e incluso religioso, encontrar vida en Marte, o sus restos, supondría uno de los descubrimientos más importantes en la historia de la Humanidad. Un hecho sin precedentes que revolucionaría muchos aspectos de la ciencia actual.

El invernadero deberá ser desplegado e inflado en los primeros días de la misión, en su interior nacerán y crecerán plantas de varios tipos, especialmente las destinadas a alimentar a la tripulación.



Pedro Duque (España)
Astronauta ESA



La humanidad tiene, porque la tiene cada uno de sus individuos, una sed inmensa de conocer y llegar más lejos. Una de las manifestaciones de esta ansia de conocimiento es la fascinación por la exploración. En toda época, el explorador ha sido un ser admirado y las empresas de exploración siempre han contado con la atención de la gente y con el apoyo de todos. Si fuera de otra manera, los humanos aún viviríamos en el entorno que nos es natural, es decir, el clima tropical de África occidental.

Pero la expansión del hábitat humano no se ha producido como en las otras especies, en las que la adaptación a climas y fuentes de comida diferentes se produjo por cambios evolutivos a lo largo de muchos millones de años. No los humanos; nosotros nos hemos adaptado a vivir en diferentes entornos en poco más de 100 mil años, con pocos cambios importantes, a base de inventar y fabricarnos lo que la naturaleza no nos daba.

De esta manera, hemos conseguido habitar todas las zonas de la Tierra, incluidas las profundidades marinas, al menos durante algún tiempo. Y el logro más sobresaliente es, por supuesto, ser capaces de vivir en el vacío del espacio, e incluso unos días sobre la superficie de la Luna. Podemos imaginar proseguir la exploración por el Universo algún día; es cuestión de seguir inventando.

Hasta que la exploración pueda continuar hay que prepararla, y para ello hay siempre primero que observar y recabar datos. Los exploradores que alcanzaban la cima de una montaña por primera vez también, seguro, se sentaban un buen rato sobre ella y trataban de ver y escuchara distancia lo que posiblemente albergaba la tierra de más allá, antes de proseguir. Los planetas del Sistema Solar todavía no se han explorado pero, sin embargo, usando sentidos ampliados por medio de aparatos que enviamos cerca de ellos, o incluso a posarse sobre ellos, hemos conseguido observar mucho de sus condiciones ir preparando la exploración.

Actualmente, hay dos pequeños vehículos operativos en la superficie de Marte y tres satélites orbitándolo. Una gran parte de los descubrimientos sobre el planeta de los últimos años los ha proporcionado la nave europea Mars Express, primer intento de la Agencia Espacial Europea de enviar instrumentos alrededor de otro cuerpo celeste, y enorme éxito de Europa.

La exploración de los planetas será un evento que fascinará a la humanidad y nos unirá en la identificación con los tripulantes. Esperemos que la humanidad sea capaz de llevar a buen puerto esta nueva expansión de hábitat (enorme en este caso) y que no sea utilizada para identificar la hegemonía de unos sobre otros.

Antes de ir a Marte, se deben desarrollar y descubrir las claves que nos permitan llegar, y mas importante, vivir allí; con este propósito se crearon varios hábitats alrededor del mundo como Biosfera-2, MARS, BIOS-3, entre otros.

Hábitat MARS

Mars Society comenzó el proyecto MARS (Mars Analogue Research Station) ubicadas en el desierto de Utah, Estados Unidos (Desert Station MARS) en la isla Devon, Canadá (Flashline Station MARS) y en Islandia (Euro-MARS Station) esta última en Krafla, una región relativamente seca, también muestra características de la tierra producidas por la acción del agua que son visualmente similares a las que se encuentran en ciertas regiones de Marte. A diferencia de las estaciones anteriores, Euro-MARS ofrece amplias oportunidades para la investigación de biología extremófila in situ del tipo que puede llevarse a cabo durante futuras misiones humanas a Marte, esto se debe a que la región tiene divisiones y fumarolas extensas que albergan microbios anaerobios (sin respiración de oxígeno) cualquier vida evidenciada en Marte también será de naturaleza anaeróbica, por lo que desarrollar técnicas de estudio de campo en Krafla ayudará a definir los protocolos y procedimientos que se emplearán en Marte.



Euro-MARS



Desert Station

Cada estación es un laboratorio de pruebas donde grupos de voluntarios formados en diferentes disciplinas aprenden como vivir y trabajar en otro planeta, los lugares escogidos para el emplazamiento de las mismas intentan simular de la forma más fiel posible la vida que los astronautas llevarían n la superficie marciana, esto es posible gracias a un estricto régimen de horarios, normativas y protocolos que sus habitantes deben aprender previamente, aquí se llevan a cabo experimentos multidisciplinarios, investigaciones, pruebas y proyectos de todo tipo, se incluyen protocolos de despresurización y descontaminación siguiendo todos los procedimientos de misión necesarios para trabajar con la seguridad requerida en un medio como el marciano, también existe la posibilidad de utilizar un vehículo todo terreno, en el caso de que exista un objetivo lejano de la base.

Se espera aprender por medio de estas actividades cuan efectiva puede ser una investigación científica realizada por personas trabajando en condiciones ambientales extremas, cuanto tiempo puede ser dedicado a la investigación y cuanto tiempo debe dedicarse para conservar la buena salud, cuales son los mejores procedimientos para vivir y llevar a cabo un trabajo de investigación en la superficie marciana, manteniendo niveles aceptables de seguridad, salud y bienestar, cuál es el mejor diseño para el hábitat, equilibrando las necesidades de la tripulación para soporte vital, realización de trabajo científico y también relajación e intimidad, diversas instituciones de Estados Unidos y Europa, junto con la NASA ya han enviado sus expediciones, estas bases análogas en la Tierra, ayudarán a establecer los fundamentos para las futuras misiones de larga duración y bases en la Luna o en Marte.



Hábitat Biosfera-2

Era una estructura de 1,27 hectáreas construida entre 1987 y 1991 en Oracle, Arizona, Estados Unidos, construida originalmente para formar un ecosistema artificial cerrado, la estructura sobresaliente fue fabricada con tuberías de acero, cristal de alto rendimiento y armazón acerado, el cierre de las ventanas y las estructuras fue diseñado con el fin de lograr un cierre casi hermético y conseguir así minimizar el flujo de aire, perjudicial para el desarrollo de los experimentos, como la apertura de ventanas no era posible, la estructura requirió de aparatos acondicionadores de aire para controlar la temperatura y evitar la muerte de las plantas del interior (por cada unidad de energía solar que entraba en la estructura, los acondicionadores debían gastar tres veces más en enfriar el hábitat de nuevo) la estructura se amoldaba a la expansión de la atmósfera interna, durante el día, el calor del Sol provocaba que el aire de dentro se expandiese, mientras que de noche se enfriaba y contraía, para evitar tener que encargarse de las enormes tensiones que surgirían de mantener un volumen constante, la estructura contaba con unos grandes diafragmas guardados en bóvedas llamadas pulmones, estos permitían a la estructura mantener la presión ambiente en todo momento, sin dejar escapar el aire fuera del hábitat, la calefacción y el agua fría circulaban por sistemas de tuberías independientes, y la energía eléctrica era proporcionada por una central de gas natural.



Fue diseñada para comprender el complejo entramado de interacciones en un ecosistema, así como para estudiar la viabilidad de biosferas cerradas en la colonización espacial como lo pueden ser hábitats en la Luna o el planeta Marte y permitir el estudio y manipulación de una biosfera sin dañar la Tierra, su nombre se debe a estar modelada sobre una primera biosfera: nuestro ecosistema terrestre, este hábitat constituyó el mayor ecosistema cerrado jamás construido, la naturaleza hermética de la estructura permitió a los científicos monitorizar la química del aire, el agua y la tierra contenida en ella, asimismo, un equipo médico efectuaba un seguimiento continuo del estado de salud de la tripulación humana.

En su interior había una selva de 1900 m², un océano de 850 m² con un arrecife de coral, un manglar de 450 m², 1300 m² de sabana, un desierto de 1400 m², 2500 m² de tierras cultivables, un hábitat humano con alojamiento y oficinas, y ciertas instalaciones técnicas bajo tierra.

La 1° misión en cuarentena duró desde el 26-09-1991 hasta el 26-09-1993, la formaron 4 varones y 4 mujeres, los tripulantes reportaron una continua sensación de hambre al no ser capaces de cultivar suficiente comida y a que llevaban, además, un estilo de vida ajetreado, apareció además otro problema, el Oxígeno en el interior decreció a ritmo constante desde un 20,9 % inicial hasta un 14,5 % en 16 meses, siendo éste el equivalente al Oxígeno disponible a una altura de 4.080 m, el médico miembro de la tripulación, efectuó un seguimiento exhaustivo de los niveles de Oxígeno junto con otros médicos del exterior y eventualmente hubo de pedir la adición de oxígeno extra, llevada a cabo en dos ocasiones, estas complicaciones surgieron en parte motivadas por niveles bajos de luz (el tiempo ese año fue inusualmente nublado) reduciendo la fotosíntesis, además, las vigas de apoyo de la estructura bloquearon una significativa cantidad de luz, constituyendo así un daño colateral del diseño del hábitat.

También surgió la teoría de que la caída de los niveles de Oxígeno podría ser debida a la presencia de microbios en el terreno, en las zonas de cultivo, sabana y tropical se inocularon microorganismos con el fin de favorecer el desarrollo de las plantas, por otro lado, la cantidad de Carbono presente en el terreno al comienzo del experimento podría haber sido demasiado elevada, y así los microorganismos estarían consumiendo Oxígeno en exceso al convertir el Carbono del terreno en CO_2, utilizando para ello el Oxígeno del aire, no obstante, esta teoría implicaría que los microbios, al consumir tanto Oxígeno, habrían de crear cantidades ingentes de dióxido de Carbono, por lo que el incremento de CO_2 debiera haber sido mayor de lo que se detectó en las lecturas atmosféricas, luego se descubrió que el hormigón de la base de la estructura había estado absorbiendo gran parte de este CO_2, suavizando así el efecto pernicioso de los microbios en la presencia de Oxígeno en el aire.





La 2° misión en cuarentena comenzó el 6-03-1994 con una duración proyectada de diez meses y fue formada por 7 personas, el 5-04, dos miembros de la primera tripulación, sabotean deliberadamente el proyecto con la apertura de todas las puertas, violando así la cuarentena, al poco tiempo uno de los tripulantes abandona la Biosfera siendo reemplazado, dos meses más tarde, es reemplazado otro de los tripulantes, la misión acabaría prematuramente el 6-09-1994 y en 2006 la estructura dejó de ser hermética para abrirse al público.

Casi todo lo conocido sobre grupos humanos en aislamiento procede de estudios psicológicos efectuados sobre científicos hibernando en estaciones de investigación en la Antártida, el estudio de este fenómeno se llama psicología de entorno confinado, y según Jane Poynter (tripulante de la 1° misión) esta no fue aplicada correctamente en Biosfera-2, los investigadores aprendieron que los ecosistemas cerrados y pequeños son complejos y vulnerables a eventos no previstos, esta lección se espera sea aplicable en un futuro al más peligroso entorno del espacio.





Hábitat BIOS-3

Fue un ecosistema cerrado creado por el Instituto de Biofísica en Krasnoyarsk, Siberia, URSS, siendo el precursor del Biosfera-2 de Estados Unidos. Su construcción comenzó en 1965, y se completó en 1972, consistía en un hábitat de 315 m^3 diseñado para acoger a 3 personas, estaba dividido en 4 compartimentos, uno de los cuales era un área para los huéspedes, otros estaban destinados a cultivar algas, verduras y cereales para aprovisionar a los habitantes, no era por completo independiente de su entorno puesto que la energía eléctrica y algunos alimentos se importaban desde el exterior, pero el agua se reciclaba, y el equilibrio entre Oxígeno y CO_2 se mantenía por la acción de las algas.

Inicialmente otro compartimento fue un cultivo de algas y los otros dos para el crecimiento de trigo u hortalizas, un nivel de luz comparable con la luz solar fue suministrado en cada uno de los cuatro compartimentos por 20 lámparas de Xenón de 6 kW, la instalación utilizaba 400 kW de electricidad, suministradas por una estación eléctrica cercana.

El alga Chlorella fue utilizada para reciclar aire respirado por los humanos, absorbiendo el CO_2 y reemplazándolo con Oxígeno mediante la fotosíntesis, el alga era cultivada en tanques apilados bajo luz artificial; para conseguir un equilibrio de Oxígeno y CO_2, un humano necesitaba 8 m^2 de Chlorella expuesta, el aire era purificado por compuestos orgánicos más complejos calentándolo a 600 °C en presencia de un catalizador; el agua y los nutrientes fueron almacenados por adelantado y también fueron reciclados.



En 1968, la eficiencia del sistema había alcanzado el 85% del agua reciclada, la carne desecada era importada a la instalación, la orina y las heces eran generalmente secadas y almacenadas, las instalaciones de BIOS-3 se usaron para dirigir 10 experimentos con equipos de tres hombres cada uno, el experimento más largo duró 180 días (1972-1973) el complejo se usó por lo menos hasta 1984.



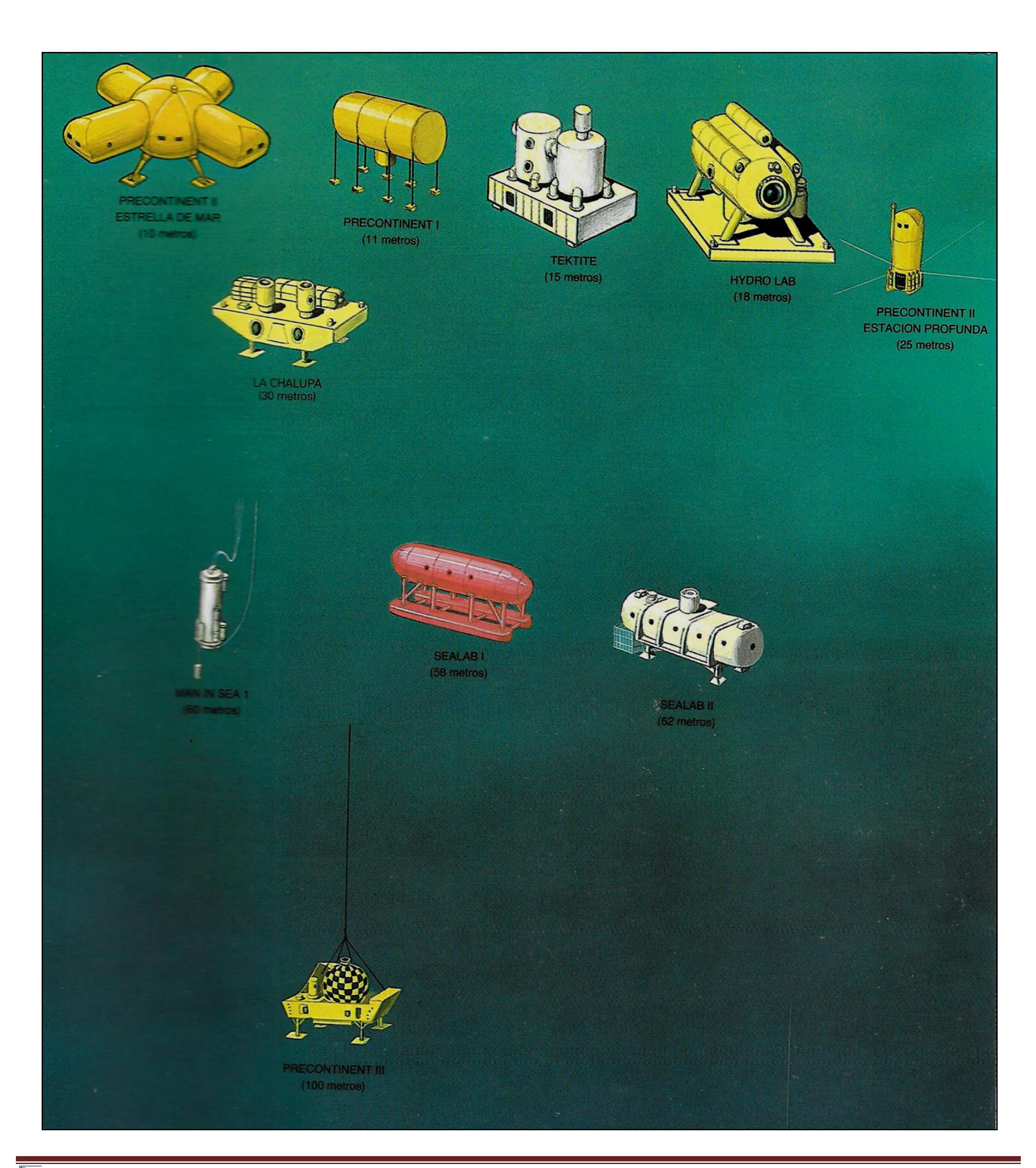
Habitar en el fondo del mar

Desde 1962, varios países construyeron más de cincuenta tipos de casas submarinas, con el propósito de servir realmente de alojamiento a los buzos en saturación y permitirles permanecer en el fondo durante largos períodos de tiempo, los grandes iniciadores de las casas submarinas fueron Jacques-Yves Cousteau y los norteamericanos George Bond y Edwin Link; el capitán Bond, responsable de los programas de investigación de la US Navy, creó primero una cámara hiperbárica en tierra, que le permitió llevar a cabo experimentos preliminares en ratas, cobayas y cabras, fue quien puso a punto las primeras mezclas respiratorias artificiales, especialmente de Hidrógeno/Oxígeno (Hídrox) y Helio/Oxígeno (Héliox), luego llevó a cabo este mismo tipo de experimentos en hombres, comprobando que las mezclas Hídrox eran bastante peligrosas (por los riesgos de explosión) el Héliox interesa perfectamente, aun cuando no deje de presentar también inconvenientes; da lugar a una fuerte dispersión térmica (el Helio es mucho mejor conductor del calor que el Nitrógeno), deforma además la voz, produciendo un efecto pato Donald que hace difícilmente comprensibles las expresiones de los buzos por teléfono cuando respiran en una cámara o en una casa submarina llena de esta mezcla; por esa época, Link puso a punto una campana de buceo especial que incorporaba una cámara de compresión/descompresión, esta estructura podía llevar buceadores a 60 m de profundidad, servirles de base de descanso entre las fases activas de su trabajo y regresarlos con toda seguridad al puente del barco de acompañamiento; encerrados en la cámara de descompresión, los hombres podían esperar en seco y bajo la vigilancia directa de un médico a que su sangre se vaciara de los gases disueltos en exceso.

El primer experimento en inmersión real fue en 1962, cerca de Villefranchesur-Mer, Robert Sténuit, experimentado buceador, descendió a 60 m en una cámara especial; respirando una mezcla de 97% de Helio y 3% de Oxígeno, permaneció bajo el agua 24 hrs y salió varias veces a la superficie, por ese mismo tiempo, Cousteau y su equipo pusieron a punto la primera auténtica casa submarina, el experimento Précontinent-I, permitiendo que dos hombres vivieran durante una semana a 11 m de profundidad, los buzos, completamente a gusto, llevaron a cabo en el fondo del mar todo tipo de trabajos de investigación y de observación, en 1964, gracias a la ayuda económica concedida por la US Navy, Link estudió la viabilidad de un nuevo proyecto, una base subacuática fácil de transportar, hinchable, con forma de un gran globo alargado que podía albergar a dos personas, la SPID, la cámara de descompresión, con este sistema que consistía en un simple ascensor, Robert Sténuit y John Lindberg pasaron más de 49 hrs a 130 m de profundidad, cuando ascendieron fueron transferidos directamente del ascensor bajo presión a una gran cámara de descompresión situada en el puente del barco; en esta última, dotada de todo tipo de comodidades, pasaron las 92 hrs de descompresión requeridas por su buceo en saturación, Link había demostrado que los hombres podían vivir varios días y trabajar a más de 100 m de profundidad.

Entre tanto tenía lugar el experimento Précontinent-II del comandante Cousteau, en 1963, en Shab Rumi (cerca de Port-Sudán, Mar Rojo) 5 hombres vivieron durante 30 días en una casa submarina sumergida 10 m bajo la superficie, otros dos hombres, durante una semana, habitaron una estación profunda a -25 m, donde respiraban una mezcla Héliox y donde eran reabastecidos cada vez que lo necesitaban por un mini submarino, la vida, en este auténtico poblado submarino dependía del abastecimiento de dos barcos, los buceadores permanecieron bajo la vigilancia de un circuito televisado.

Estos experimentos probaron que es perfectamente posible vivir bajo el mar, en saturación, y trabajar en él utilizando las cámaras de descompresión para regresar a la superficie, el organismo humano soporta perfectamente estos cambios -aunque sean notables- del entorno, una de las cosas que menos tolera es la constante humedad del aire, pero estos inconvenientes secundarios encontrarán una solución, en contrapartida, es muy difícil predecir si las personas podrán vivir durante meses o incluso años en poblados subacuáticos, que serían autosuficientes en energía y alimentos, varios proyectos de este tipo han sido concebidos por arquitectos visionarios, pero, de momento, pertenece más al campo de la ciencia ficción que al de la ciencia oceanográfica.


PRECONTINENT II
ESTRELLA DE MAR
(10 metros)
PRECONTINENT I
(11 metros)
TEKTITE
(15 metros)
HYDRO LAB
(18 metros)
PRECONTINENT II
ESTACION PROFUNDA
(25 metros)
LA CHALUPA
(30 metros)
MAN IN SEA 1
(60 metros)
SEALAB I
(58 metros)
SEALAB II
(62 metros)
PRECONTINENT III
(100 metros)

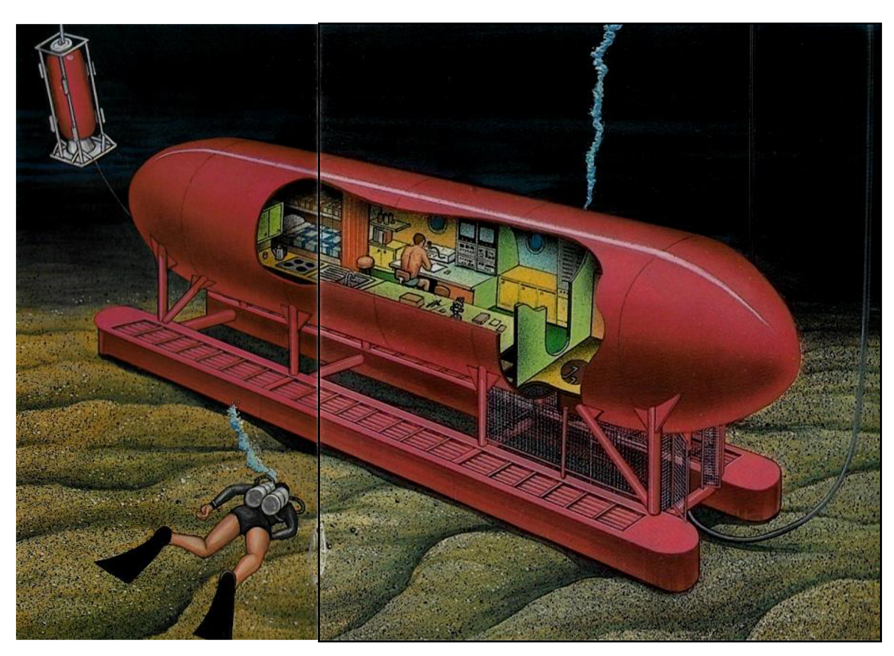
Hábitats Sealab

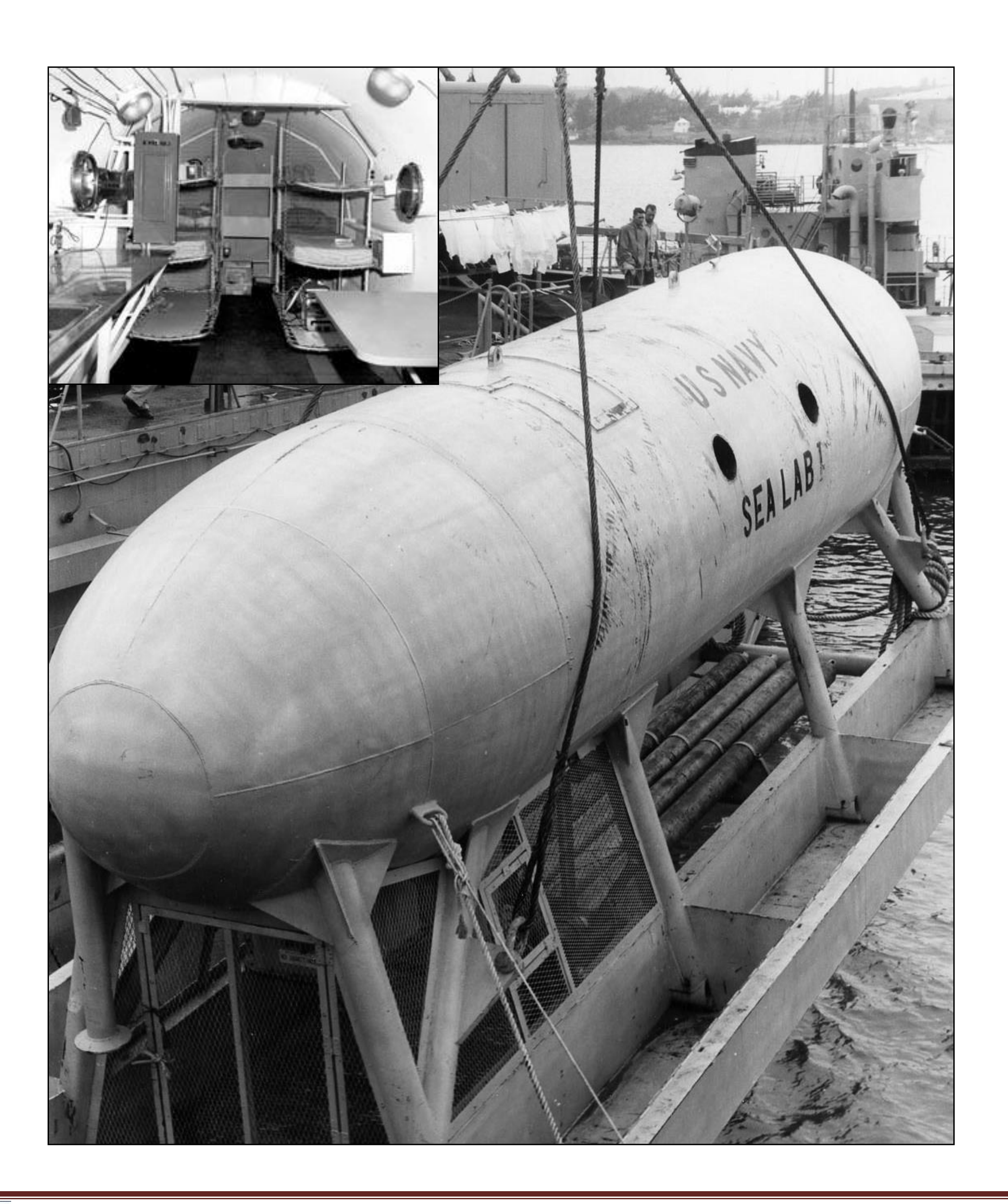
Sealab I, II y III fueron hábitats experimentales submarinos desarrollados por la US Navy en la década de 1960 para demostrar la viabilidad del buceo de saturación y la vida de humanos en aislamiento durante largos períodos de tiempo, el conocimiento obtenido de las expediciones de SEALAB ayudó a avanzar en la ciencia del buceo, el rescate en aguas profundas y contribuyó a la comprensión de las tensiones psicológicas y fisiológicas que los humanos pueden soportar.

Sealab-I

En 1964, la US Navy encargó a George Bond dirigir el proyecto de la casa subacuática Sealab-1, los preparativos de este experimento se llevaron a cabo en los laboratorios de investigación de New England, Connecticut, Estados Unidos, estos trabajos preliminares muy sistematizados, probaron definitivamente que los hombres soportan las altas presiones durante períodos prolongados, con tal que respiren mezclas correctamente dosificadas, esto es, en las que el Oxígeno entra en proporción cada vez menor a medida que se desciende (manteniéndose su presión parcial dentro de los límites soportables por el organismo); el Nitrógeno, por su parte, gas de acompañamiento demasiado pesado, debe ser sustituido por un gas ultraligero, el Helio (ininflamable y que cumple mejor la función requerida.

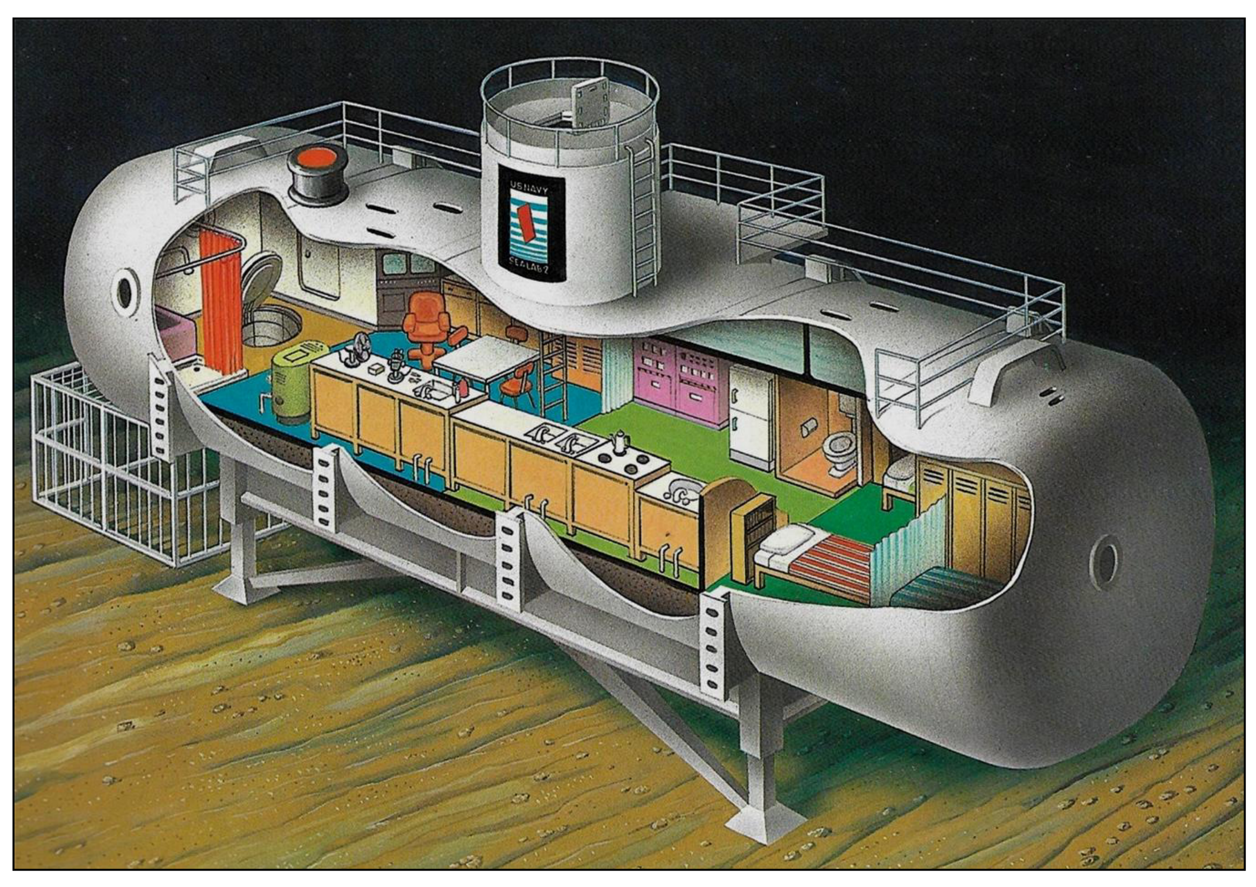
El experimento Sealab-I propiamente dicho consistió en que cuatro buceadores vivieron a partir del 20-07-1964 durante 10 días a 58 m de profundidad se llevó a cabo en el Océano Atlántico, frente a las costas de las Bermudas, la casa subacuática concebida por el comandante Bond constaba de un cilindro de 12 m de longitud y 3 m de diámetro, que reposaba en el fondo sobre ocho pilotes, una serie de cables y tubos unidos a un barco en superficie permitía proporcionar a la habitación submarina la mezcla respiratoria, agua dulce, electricidad, comunicación telefónica y la alimentación de circuito de televisión, para sus incursiones fuera del habitáculo, los buceadores disponían de escafandras originales, en circuito semicerrado, que eliminaban el gas carbónico sin perder el Helio de la mezcla, los experimentos dentro del Sealab-I demostraron problemas con alta humedad, control de temperatura y comunicación verbal en la atmósfera de Helio; al día 11 se tuvo que suspender el experimento debido al mal tiempo originado por una tormenta tropical, pero podría haberse prolongado mucho más tiempo, la mezcla respiratoria que los hombres encontraban al regresar a la casa estaba compuesta por un 80% de Helio, 16% de Nitrógeno y un 4% de Oxígeno.




U S NAVY
SEA LAB I

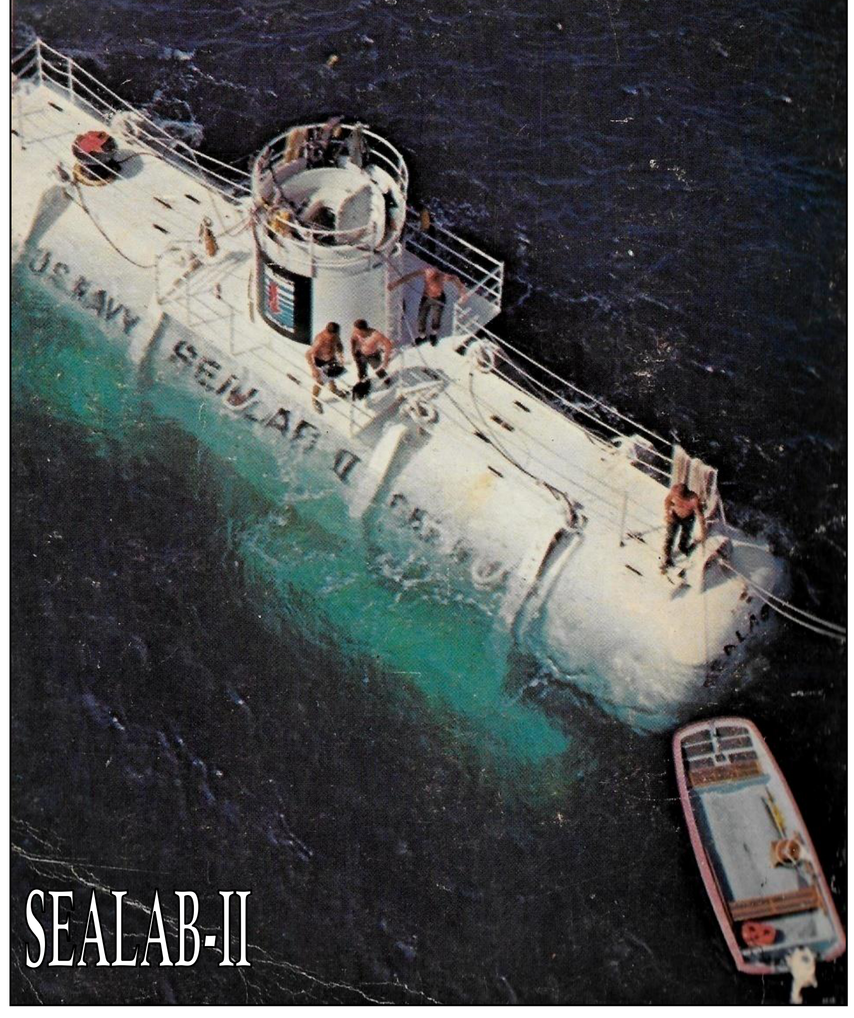
SEALAB-II

Como el experimento Sealab-I resultó satisfactorio, la US Navy dio luz verde al proyecto Sealab II en 1967, también bajo la dirección del capitán Bond, desembocó en un experimento en ambiente real, tres equipos de 10 buceadores pasaron en total 45 días a 62 m de profundidad frente a las costas meridionales del estado de California, Estados Unidos, el astronauta Scott Carpenter (convertido en esa ocasión en oceanauta) permaneció solo en el agua durante 30 días consecutivos.



Sealab-II era similar al anterior pero más espacioso, comprendía un complejo conjunto de aparatos de medida y de experimentación, bobinas de calentamiento instaladas en la cubierta para evitar el constante enfriamiento inducido por Helio, y el aire acondicionado reducía la humedad, las instalaciones incluían duchas de agua caliente, 11 puestos de observación, dos salidas y refrigeración, los hombres contaban también con cocina y comedor y dormían en literas, la obligada vigilancia médica les resultaba muy desagradable, pero los hombres del Sealab-II eran militares, y se sometieron a la disciplina, a pesar de tener que llevar a cabo tareas muy difíciles: entrenarse, por ejemplo, en recuperar un avión caído al mar, reparar el casco de un submarino en inmersión, entre otros, todos estos trabajos efectuados fuera de la casa (a los que se añadían numerosas investigaciones geológicas, químicas y biológicas) se vieron grandemente facilitados por la colaboración de Tuffy, un delfín amaestrado, el animal prestó gran ayuda a los buceadores cada vez que había que encontrar el camino de regreso a la casa por la noche o llevar rápidamente un mensaje o un pequeño aparato a la superficie, la misión recibió la asistencia de un numeroso equipo técnico, que tenía su base en la plataforma flotante Berkone, ubicada esta última, a 1,5 Km de la costa, estaba fijada al fondo por 5 anclas de 6 tn cada una, con cables y cadenas a toda prueba, cables de electricidad aportaban la energía necesaria para el experimento desde la costa, el lugar elegido se encontraba situado frente al Instituto Oceanográfico Scripps, al finalizar el experimento, los oceanautas fueron transportados, en una campana de buceo especial, a la plataforma Berkone, donde se encontraba una amplia cámara hiperbárica en la que se efectuó su indispensable descompresión.

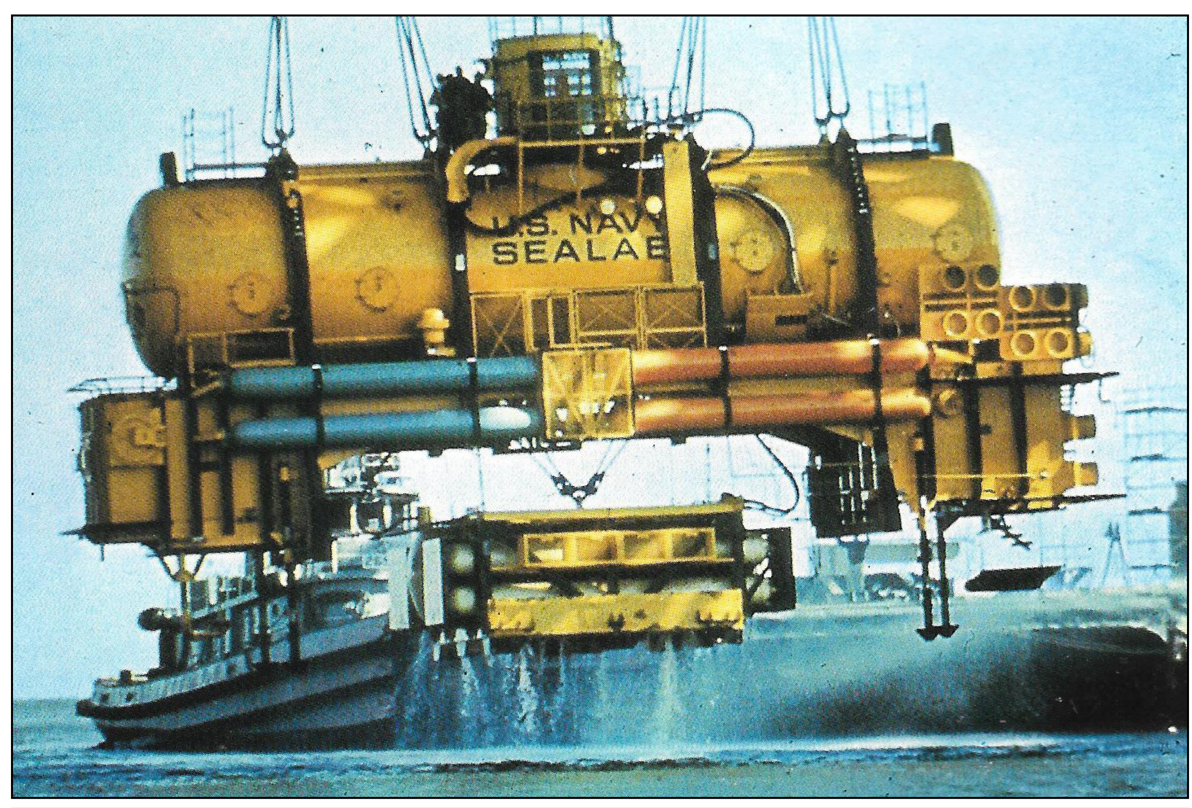

U.S.NAVY
SEALAB II

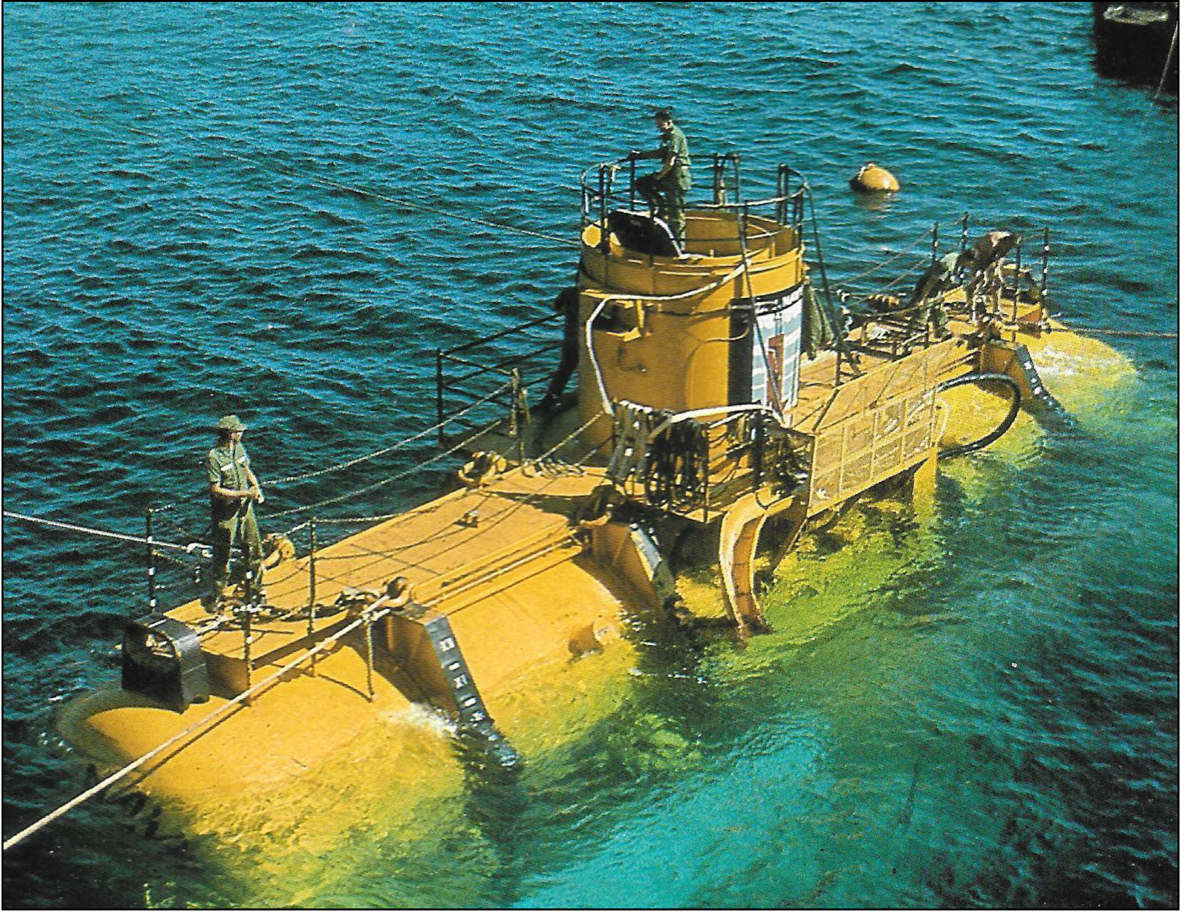

U.S.NAVY
SEALAB-II

Sealab-III

La tercera experiencia de este tipo, Sealab-III debía haber tenido lugar en 1968 utilizando el hábitat restaurado de Sealab-II colocándolo a mucha mayor profundidad, se programó que cinco equipos de nueve buzos pasaran 12 días cada uno en el hábitat, probando nuevas técnicas de rescate y realizando estudios oceanográficos y pesqueros, el proyecto tenía 18 meses de retraso y la profundidad en que sería colocado el SEALAB-III se redujo a 190 m frente a la isla de San Clemente, California, el 15-02-1969, los miembros del equipo estaban tensos y frustrados por estos retrasos, y comenzaron a correr riesgos para hacer que las cosas funcionaran. Cuando un sello de neopreno provocó que el Helio se escapara del hábitat a un ritmo inaceptable, cuatro buzos se ofrecieron como voluntarios para reparar la fuga en lugar de levantar el hábitat a la superficie, su primer intento no tuvo éxito, y los buzos habían estado despiertos durante 20 hrs usando anfetaminas para mantenerse alerta durante un segundo intento, durante el cual murió el aceanauta Berry Cannon; se descubrió que a su equipo le faltaba el químico necesario para eliminar el dióxido de Carbono, también se sugirió que la hipotermia durante la inmersión fue un factor que contribuyó al problema luego de este lamentable hecho, la US Navy prefirió anular el programa y continuar las investigaciones en tierra, aparte de muchos estudios biomédicos, se realizaron inmersiones de trabajo en la Unidad de Buceo Experimental de la US Navy, en el astillero naval de Washington, DC; estas inmersiones no se hicieron en mar abierto, sino en una cámara hiperbárica especial que podía recrear las presiones a profundidades de hasta 312 m, finalmente el programa Sealab se detuvo, y aunque se recuperó el hábitat Sealab-III, no se construyeron nuevos hábitats.




U.S. NAVY
SEALAB



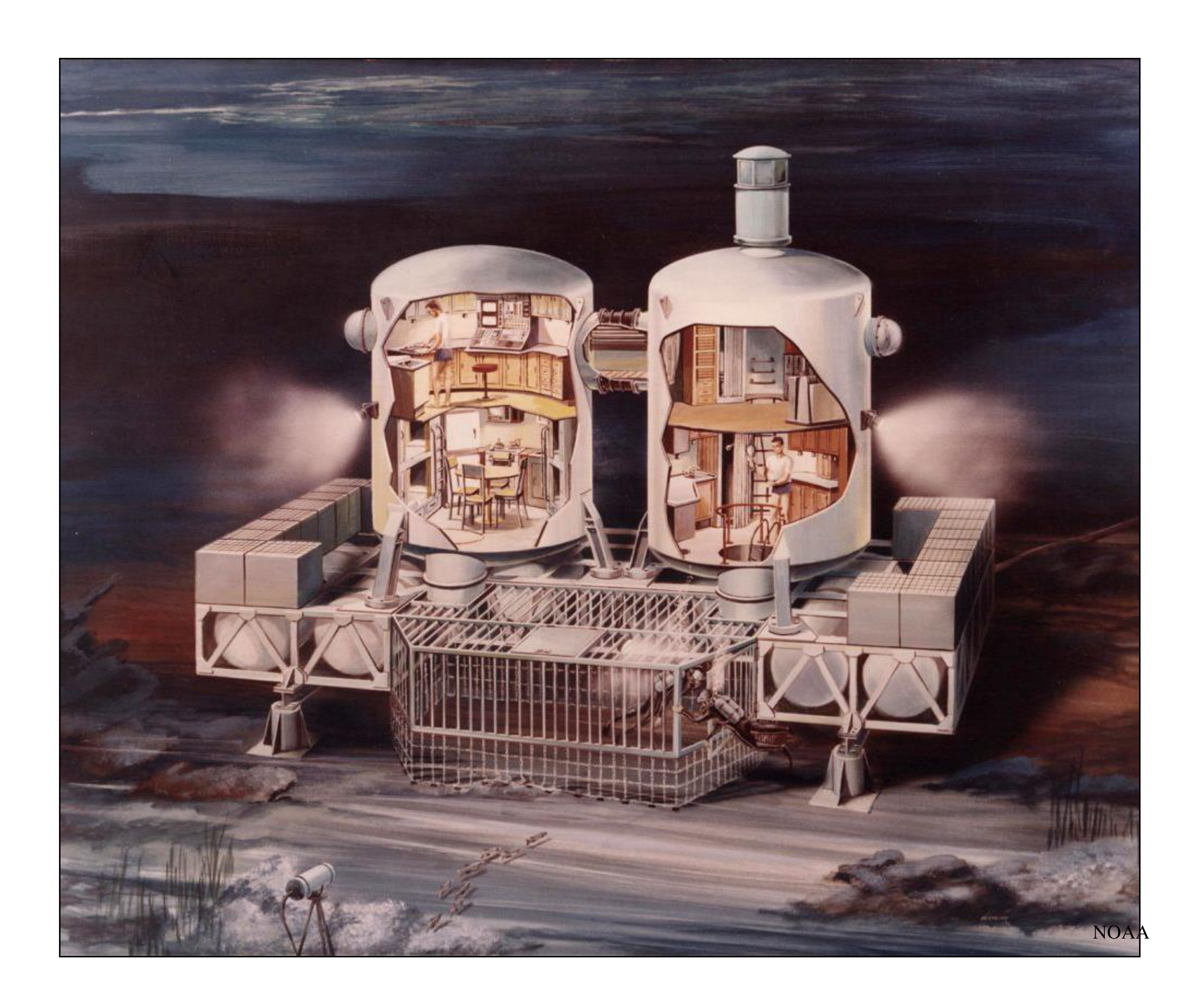
Hábitat Textite

Mientras en el Océano Pacífico se desarrollaba el drama de Sealab-III, otro proyecto de casa submarina se ponía en marcha en el Océano Atlántico, este tenía por objetivo que varios grupos de buceadores e investigadores vivieran a 15m de profundidad, era un programa financiado en comandita por la US Navy, NASA, el Servicio de Guardacostas, la Universidad de Pensilvania y General Electric (constructora de las instalaciones en el fondo y de dotarlas de equipo).





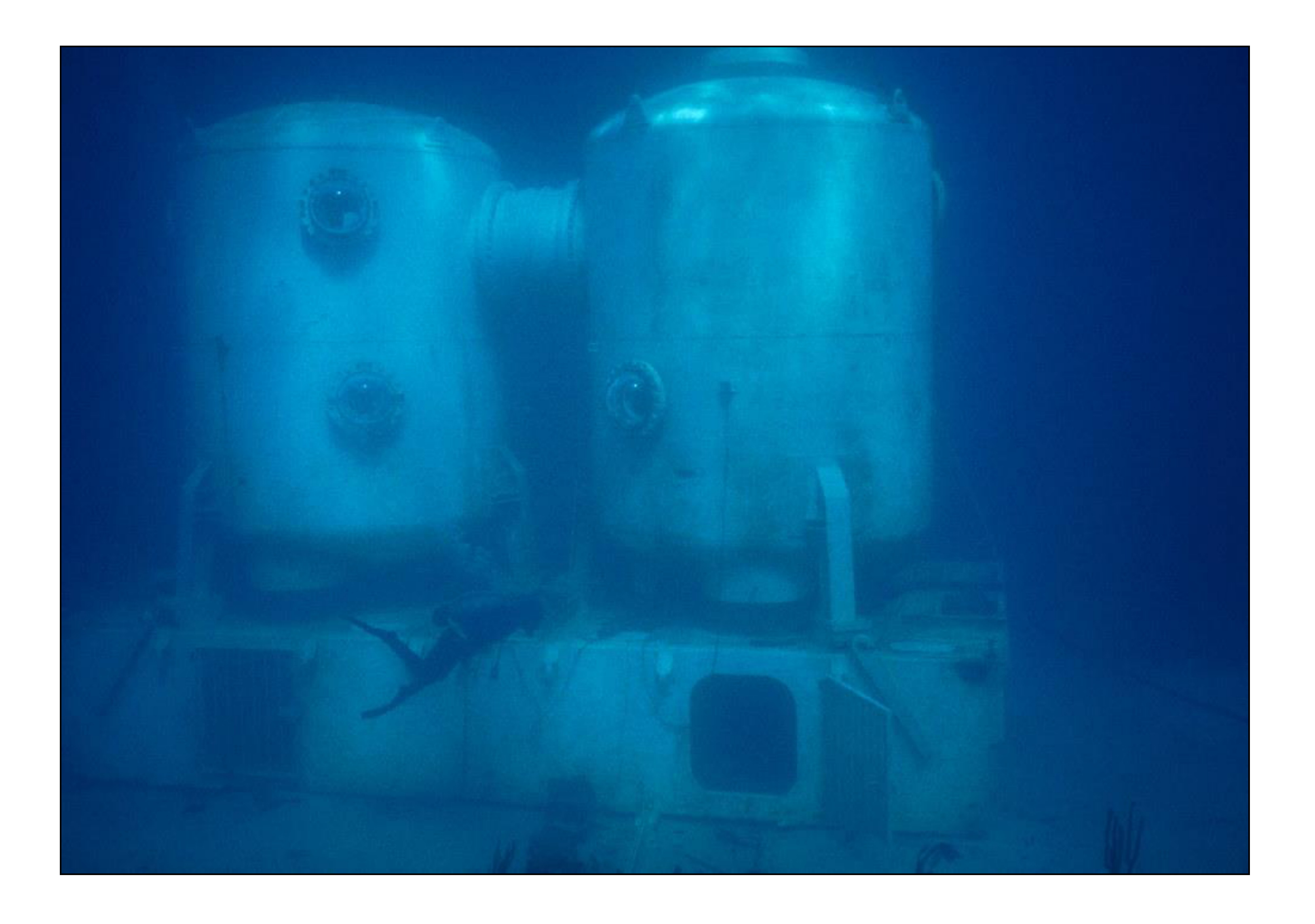
El hábitat Tektite, que fue el hábitat submarino más grande creado, fue sumergido en aguas de la isla Saint-John, en el Caribe, formado por una base de forma cuadrada, coronada por dos torres gemelas de 5,45 m de altura y 4,75 m de diámetro, cada uno de los cilindros estaba dividido en dos pisos, los oceanautas vivirían en el piso bajo de una de las torres; sobre ellos se hallaba el laboratorio, en el otro habitáculo se encontraban, abajo, los motores y los generadores, y arriba, otros aparatos de medida y de trabajo subacuático, al ser escasa la profundidad, los buceadores vivían en una atmósfera normal (Nitrógeno y Oxígeno), contrariamente a los de Sealab, que respiraban Héliox.



NOAA

La primera parte de la misión fue confiada a 4 hombres, las operaciones se iniciaron el 15-02-1969 y duraron 60 días, durante los cuales los buceadores llevaron a cabo prolongadas excursiones subacuáticas, las tareas asignadas a Tektite eran numerosas, las investigaciones ecológicas debían versar sobre toda una serie de organismos marinos, especialmente las langostas y otros crustáceos, los oceanautas debían analizar cada día la composición del plancton, tenían que dedicarse también a investigaciones sobre temas como geología, sedimentos de los fondos, cartografía submarina, arrecifes coralinos, etc.

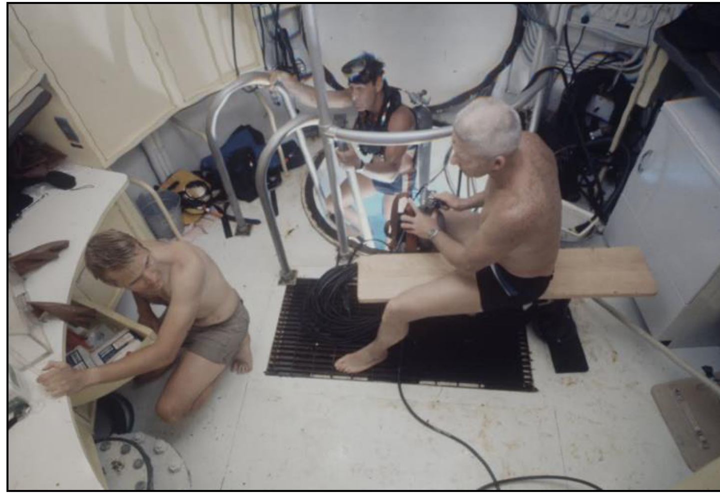
En la superficie, un equipo de médicos mantenía un continuo contacto con los miembros de la tripulación, estos últimos pasaban regularmente (visita de por medio) aparatos y mediciones (tensiómetros, analizadores de sangre, etc.) y respondían a las preguntas de los especialistas a través del circuito de TV, uno de los principales objetivos de estos estudios de fisiología humana consistía en conocer mejor las reacciones de los hombres expuestos a una presión de 2,25 atm, en saturación y en una atmósfera de Nitrógeno, se realizaron además experimentos de resistencia de los buceadores al aislamiento en el fondo del mar, inspirándose en los informes reservados ordinariamente a los astronautas en el transcurso de su entrenamiento.



Las necesidades de aire, energía eléctrica, agua dulce, etc. eran satisfechas desde una base de acompañamiento en la superficie y por medio de una serie de tubos y cables (auténticos cordones umbilicales de la casa submarina) en el curso de sus incursiones fuera del habitáculo, los buceadores utilizaron una escafandra en circuito cerrado controlado electrónicamente, puesto a punto para la ocasión, este aparato, por completo silencioso y que no producía burbujas, permitió hacer numerosas observaciones inéditas sobre el comportamiento de los animales marinos (nutrición, defensa del territorio y reproducción entre otros).

La segunda fase del experimento, llamada Tektite-II, se desarrolló en 1970, en ella participaron cinco grupos de investigadores, que se relevaban en los laboratorios sumergidos, uno de los equipos estaba compuesto por mujeres, que permanecieron en Tektite durante dos semanas (como era de esperar, dada su fisiología) se comportaron bastante mejor que los hombres en todos los aspectos del experimento, se declararon encantadas de su estancia en el fondo marino, excepto en una cosa, según declararon: la exigüidad de los laboratorios.



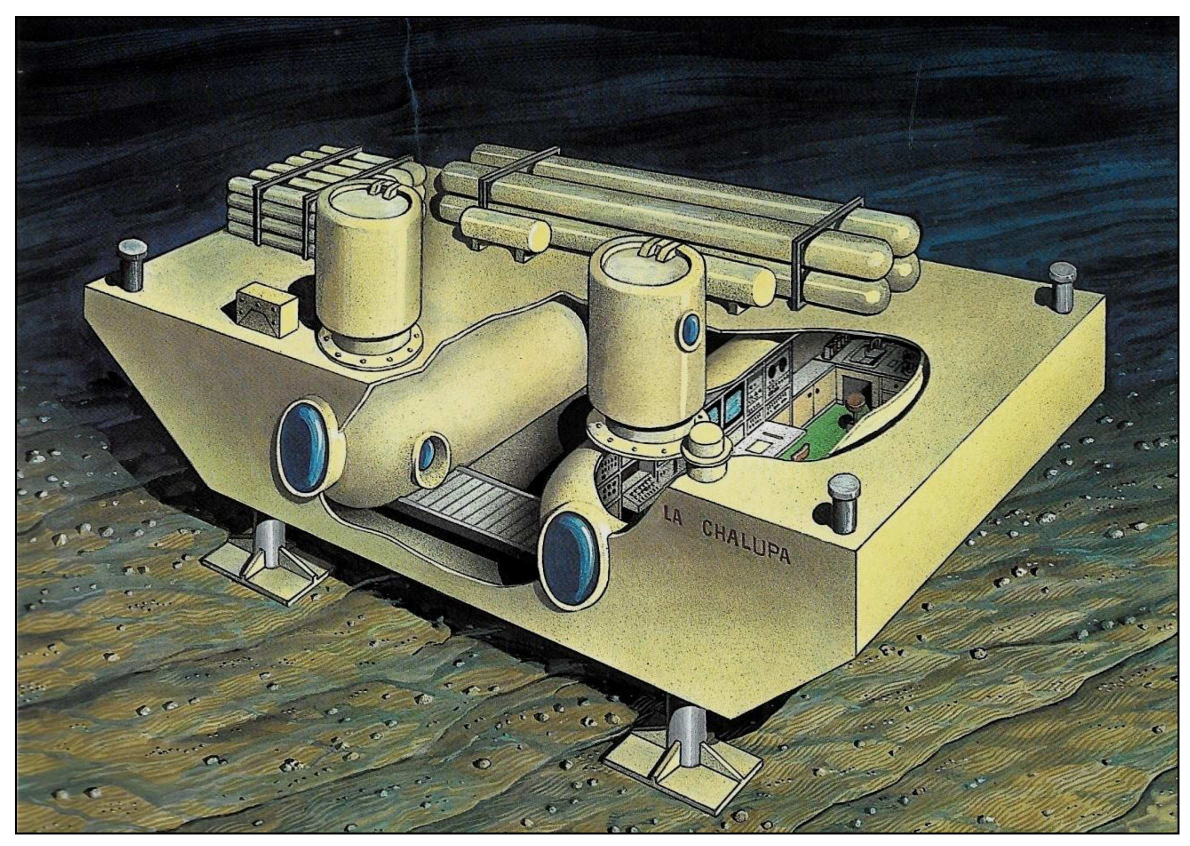


Las lecciones más importantes que produjo Tektite fueron sobre cómo diseñar mejor los hábitats submarinos para reducir el mayor gasto individual involucrado como fue transportar algo enorme y pesado, problemas que enfrentaron los vuelos espaciales humanos prolongados y que también se replicaron en las misiones Tektite-II no fueron triviales, las tripulaciones que vivían bajo una mayor presión atmosférica exhibieron cambios de comportamiento que los hicieron inusualmente amigables y cooperativos, pero solo con otros en el mismo estado mental; la tripulación de la superficie se volvió insoportablemente irritante para ellos y en un punto incluso cortaron las comunicaciones, estos datos informaron sobre consideraciones futuras en la NASA acerca de diferentes mezclas de gases de respiración que fueron utilizadas en el Laboratorio Orbital Skylab, como también en la Estación Espacial Internacional.

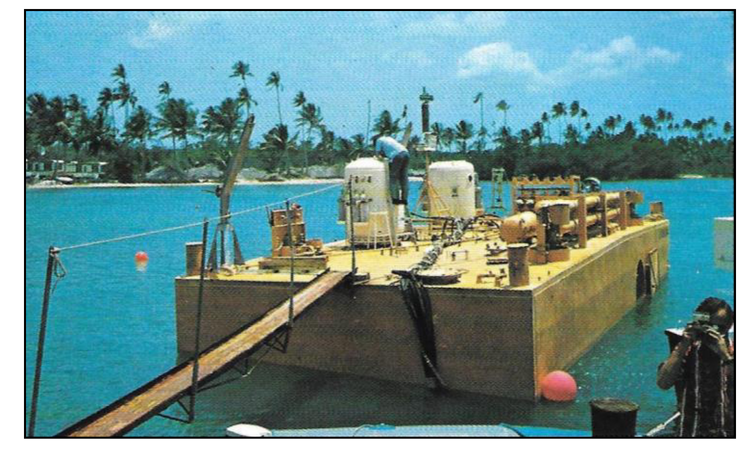


Hábitat La Chalupa Research Laboratory

En 1974, el gobierno de Puerto Rico instituyó el PRINUL (Puerto Rican International Undersea Laboratory Project) destinado a desarrollar técnicas de aprovechamiento de los recursos submarinos, el módulo central de este proyecto era una casa subacuática denominada La Chalupa dirigida desde la superficie, era móvil y podía usarse hasta los 30 m de profundidad.



En el curso de su primer año de utilización, La Chalupa fue calada en diversos lugares en las inmediaciones de la isla de Come, al igual que Tektite, este habitáculo sumergido podía dar acogida a cinco buceadores o investigadores, era mucho más sólida, más duradera y estaba mejor equipada que las otras casas submarinas destinadas a escasas profundidades.





Actualmente La Chalupa es el Jules Undersea Lodge, hotel submarino situado en Key Largo, Florida, no se trata de un lujoso hotel sino de una cabina de acero y acrílico de 6 x 15 m, sumergida a 9 m de profundidad, es uno de los cuatro que hay en el mundo, fue inaugurado en 1986 y tiene capacidad solo para 6 personas, consta de dos dormitorios independientes y una zona común, cada uno de ellos provisto de una enorme ventana de cristal desde donde se observa la asombrosa fauna marina de la zona, al hotel se accede únicamente buceando y ésta pensado para personas amantes de este deporte, posee todas las comodidades de un hotel común, la seguridad y los servicios del hotel son controlados por un centro de comando emplazado en tierra para asegurar la ausencia de fallas, lleva este nombre en honor de Julio Verne y sus 20000 leguas de viaje submarino.





Hábitat submarino Scott Carpenter Analog Station

Diseñada por la NASA como una estación de investigación del fondo marino o hábitat submarino, en 1997 se convirtió en uno de los cuatro hábitats existentes en el fondo marino en funcionamiento en el mundo, su primera misión fue en 1997, una prueba funcional completa de sus sistemas de diseño e ingeniería, incluyó también una visita del astronauta Bob Phillips, así como enlaces a escuelas, el cronograma de enlaces también incluyó a un equipo de investigadores de la NASA aislado en el Centro Espacial Johnson, donde estaban probando sistemas de soporte vital avanzado a largo plazo, a bordo los investigadores también probaron sistemas de soporte de vida espacial para el crecimiento de plantas en entornos remotos y extremos.

Después del éxito de la primera misión, la estación fue equipada para una misión ampliada, conocida como la Misión de Desafío de la NASA, esta se ejecutó simultáneamente con la misión del Transbordador Espacial STS-95, durante el lanzamiento del STS, una tripulación se embarcó para una estadía ininterrumpida de 11 días en el fondo marino durante el mismo período que el STS estuvo en el espacio, en 1997, la estación registró más de 36 días de misiones tripuladas en el fondo marino, en 2013 el hábitat fue enviado a una exhibición de artefactos espaciales.





Hábitat submarino Aquarius Reef Base

Laboratorio submarino ubicado a 9 Km de Key Largo, Florida, estados Unidos, en el Santuario Marino Nacional Florida Keys, se despliega en el fondo del océano 19 m al lado de un arrecife de coral profundo llamado Conch Reef, se lo utiliza con mayor frecuencia por biólogos marinos para quienes el hábitat actúa como base de operaciones mientras estudian los arrecifes de coral, peces, plantas acuáticas y la composición del agua de mar circundante, posee sofisticados equipos de laboratorio y computadoras, lo que permite a los científicos realizar investigaciones y procesar muestras sin abandonar sus instalaciones submarinas.

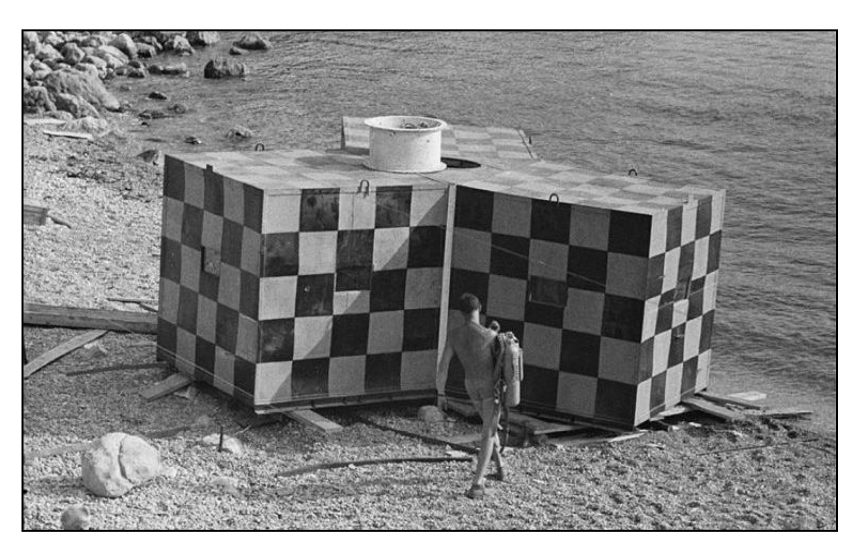
Consta de 3 compartimentos, el acceso al agua se realiza a través del porche húmedo, que mantiene la presión del aire dentro igual que la presión del agua a esa profundidad, aproximadamente 2,6 atm, a través del equilibrio hidrostático, el compartimento principal es lo suficientemente fuerte, como un submarino, para mantener la presión atmosférica normal, también se puede presurizar a presión ambiente, y generalmente se mantiene a una presión intermedia, el compartimiento más pequeño, el bloqueo de entrada, se encuentra entre los otros dos y funciona como una esclusa de aire en la que el personal espera mientras se ajusta la presión para que coincida con el porche húmedo o el compartimento principal.



Desde 2001, la NASA ha utilizado a Aquarius para sus misiones analógicas NEEMO (NASA Extreme Environment Mission Operations) enviando grupos de astronautas para simular misiones de vuelos espaciales, los miembros experimentan algunos de los mismos desafíos que experimentarían en un asteroide, planeta o luna distantes; durante las misiones NEEMO, los acuanautas pueden simular la vida en una nave espacial y probar técnicas de caminata espacial para futuras misiones espaciales, la condición subacuática tiene el beneficio adicional de permitir que la NASA pueda simular diferentes entornos de gravedad.

Hábitat submarino Ichthyander

En la URSS, el Proyecto Ichthyander fue el primero que involucró hábitats submarinos; inspirados por los experimentos en hábitats submarinos Précontinent, los miembros del club de buceo aficionado Ichthyander de Donetsk crearon su propio proyecto en un sitio de Cabo Tarkhankut, Crimea, en 1966, en el primer experimento Ichthyander-66, la primera casa submarina fue instalada a una profundidad de 10 m, recibió a sus primeros acuanautas el 23-08-1966 y fueron el doctor Alexander Haes y el ingeniero Dmitry Galaktionov, que vivieron bajo el agua durante 3 días, luego fueron reemplazados por un minero Yuri Sovetov, que vivió en casa submarina un día, tuvo que ser interrumpido debido a una fuerte tormenta en la superficie, el experimento atrajo la atención de las autoridades y los científicos; durante Ichthyander-67 el hábitat permaneció anclado durante todo el período planificado de dos semanas, del 28-08 al 11-09-1967, durante este tiempo, vivieron de a 2 de los 5 acuanautas, cada siete días, cada equipo logró participar en un extenso programa de experimentos, cuyo objetivo principal era determinar la posibilidad de una larga vida y trabajar bajo el agua en condiciones de alta presión, parte de los experimentos fue cargar cargas de peso 100/120 Kg a lo largo del fondo y cortar tubos de hierro con una sierra para metales.





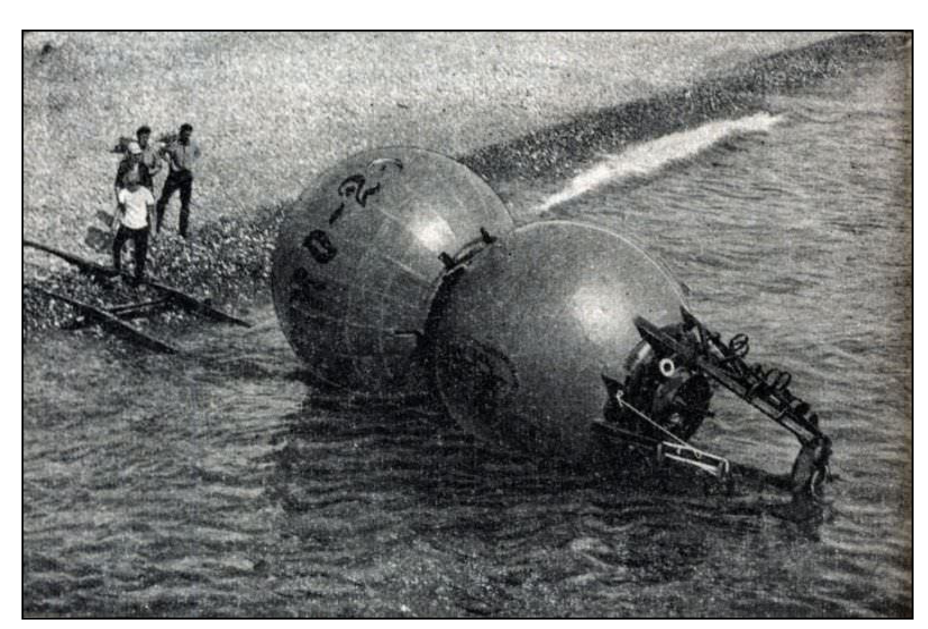
El Proyecto Ichtyander-68 se llevó a cabo en la Bahía Laspi a -11m de profundidad durante un intento de corta duración (4 acuanautas en 3 días) para que los miembros del club se unieran a la Sociedad Científica-Técnica de Minería para comenzar la investigación en geodesia submarina y perforación, en el Proyecto Ichtyander-70 hubo intentos de elevarlo a un nivel profesional con el apoyo del estado, pero finalmente se suspendió, este proyecto precedió a otros experimentos soviéticos con hábitats submarinos, como Sadko, Chernomor y Sprut.

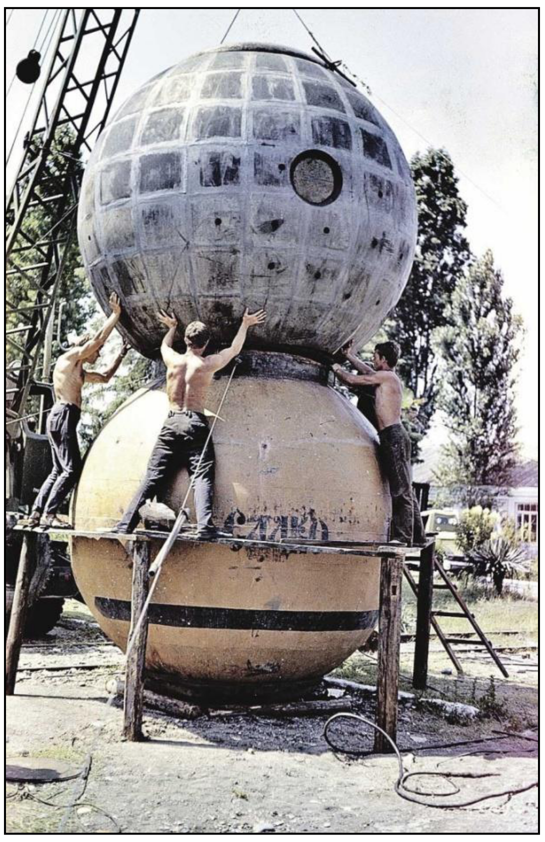
Hábitat submarino Sadko

El 26-08-1966 era enviado al fondo del mar el hábitat submarino Sadko a 12,5 m de profundidad, la primer tripulación del laboratorio consistió en un perro y dos conejos (uno de los cuales se ahogó cuando, durante la noche, debido a una tormenta, el hábitat se deslizó por el fondo llegando a los 20 m) después de este incidente, la casa submarina fue devuelta a su lugar, el perro y el conejo pasaron 2 días más en ella, luego de que los animales fueran llevados con seguridad a la superficie, fueron reemplazados por personas, en total, 16 acuanautas visitaron Sadko en 2 días, el experimento fue de reconocimiento, su propósito era una verificación integral, comenzando con una solución constructiva y un método de puesta en escena hasta el soporte vital en un laboratorio subacuático, también se investigó el efecto del aumento de la presión sobre el estado fisiológico-psicológico de los acuanautas y se llevaron a cabo una serie de trabajos hidrológicos, las tareas incluyeron observaciones complejas del microclima dentro de la cápsula.

Debido a los buenos resultados de Sadko, se creó Sadko-II, que pasó 6 días en el fondo del Mar Negro, el hábitat eran dos esferas de metal conectadas verticalmente, este diseño permitió unir los compartimientos de buceo y de vida, debido a lo cual pudo sumergirse a una profundidad de 25 m, donde dos acuanautas vivieron durante una semana.

En 1969 Sadko-III fue la más exitosa de las casas submarinas, compuesta por tres compartimentos esféricos encerrados en una cubierta exterior común, se hundía de manera autónoma, a diferencia de las anteriores, podía hundirse y flotar sin ayuda desde la superficie, a expensas de sus propios tanques de lastre, el primer equipo, incluyó al diseñador jefe de la casa submarina, Vsevolod Dzhus que pasó 3 días en el hábitat, en el segundo equipo, la tripulación principal permaneció en su interior durante dos semanas.





Hábitat submarino Chernomor

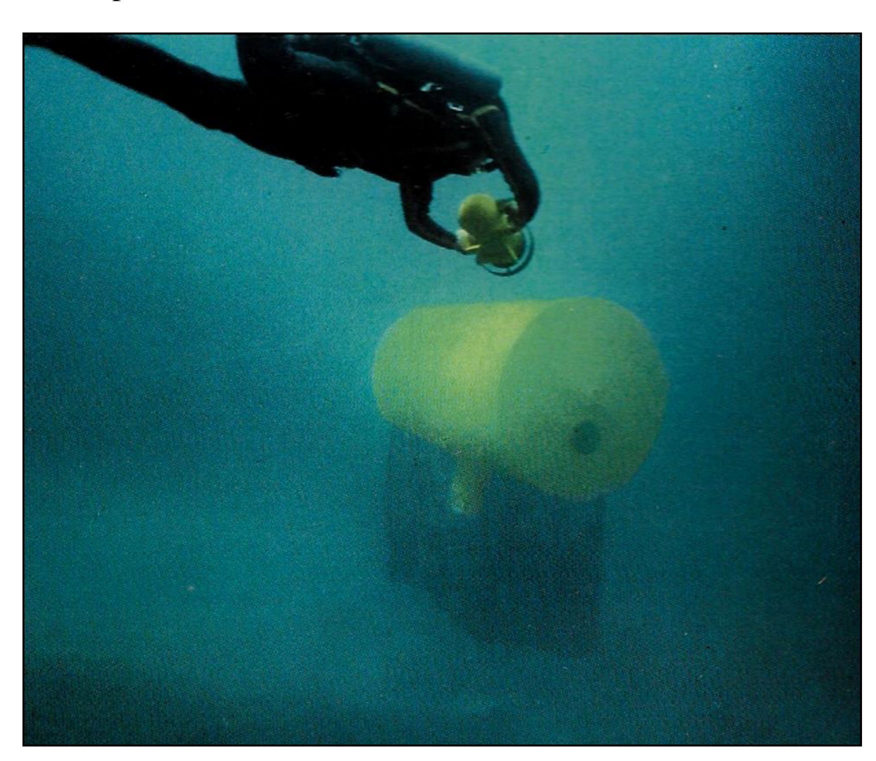
Chernomor, fue el experimento soviético más largo con casas submarinas, fue creado por el Instituto de Oceanografía Shirshov de la Academia de Ciencias de la URSS, establecido por primera vez en el año 1968 y estuvo bajo el agua hasta 1974, fue actualizado dos veces en el año 1969, pasando a llamarse Chernomor-2 y se convierte en una de las últimas casas submarinas del mundo, uno de los problemas que tuvo este hábitat submarino, era que tomaba demasiado tiempo y esfuerzo devolver de forma segura los acuanautas a la superficie, la descompresión, el cambio gradual en la presión que sufre el acuanauta, que permite evitar la enfermedad de descompresión tomaba de 3 a 5 días (dependiendo de la profundidad de la instalación) ninguno de los proyectos se hundió más de 30 m, siempre estuvo ubicado en aguas poco profundas, donde es más eficiente usar equipo de buceo, no fue posible continuar los experimentos a grandes profundidades, no se mostró interés en ellos y no hubo apoyo ni financiación. Sin embargo, dio muchos resultados, según los resultados de la investigación, aparecieron nuevos equipos de buceo, equipos científicos e instrumentos y los médicos recibieron (aunque decepcionante) información muy importante sobre cómo se siente una persona viviendo en el fondo del mar durante mucho tiempo.

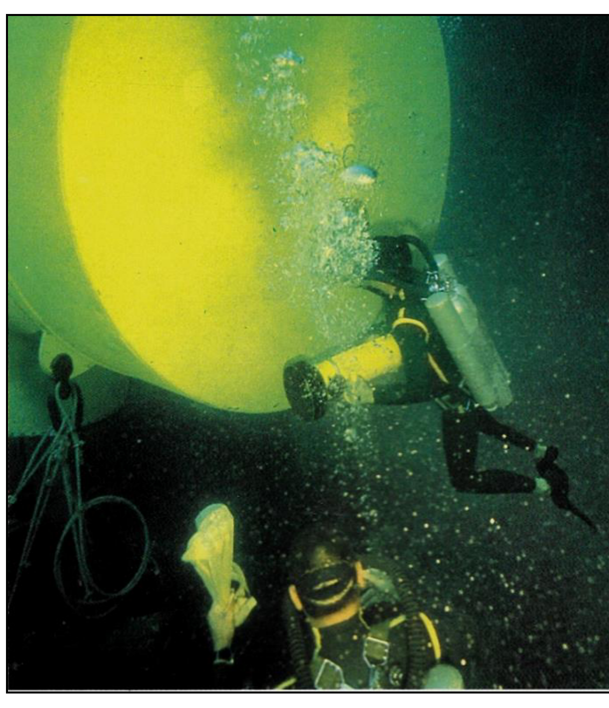




Hábitat submarino Précontinent-I

En 1962, Jacques-Yves Cousteau ordenó a las oficinas de la OFRS (Oficina Francesa de Investigación Subacuática) en Marsella que construyera su primera casa submarina, a la que denominó Précontinent-I, era un refugio cilíndrico improvisado (un barril que dio el sobrenombre de Diógene, aludiendo al famoso tonel del filósofo griego) fue hundido en el archipiélago de Frioul, cerca de Pomègues, tenía 5 m de largo, 2,5 m de diámetro y estaba sumergido a 10 m de profundidad.





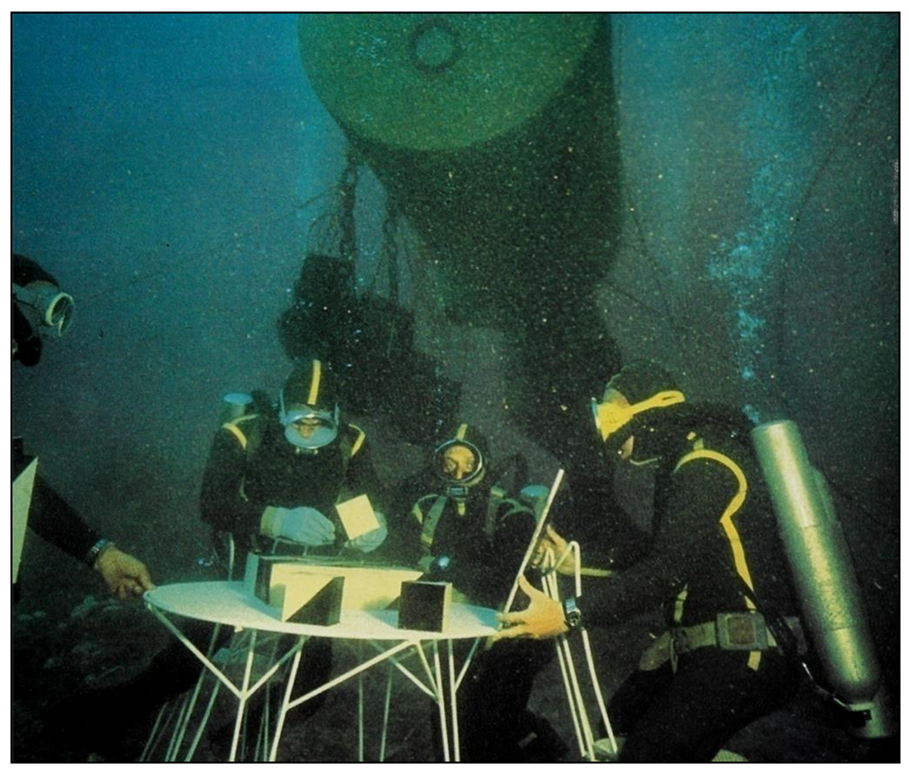
Todas las instalaciones de la estación Précontinent-I se duplicaron para garantizar el funcionamiento ininterrumpido del conjunto, dos compresores bombeaban aire al habitáculo; dos pantallas de TV permitían vigilar día y noche a los oceanautas; también se habían duplicado todos los cables eléctricos, a pesar de su exigüidad, el laboratorio Diogéne era también confortable, tenía un TV, una radio y una pequeña biblioteca.

El agua caliente de la ducha les llegaba directamente desde el Espadón (buque de acompañamiento) por un tubo de plástico, las comidas, preparadas en superficie, las llevaban otros buceadores en una olla a presión y se podían calentar en un horno eléctrico; si por razones imprevisibles, se tenía que interrumpir la entrega de los alimentos, ellos mismos podían utilizar de los alimentos de reserva almacenados en el cilindro, en su base había una entrada que estaba siempre abierta, esto se debe a que el agua no puede penetrar en el interior del cilindro por la presión del aire, que se mantiene en 2 atm.

En el interior del Diógene la temperatura oscilaba entre los 22/25 °C, merced a una serie de radiadores eléctricos de IR, las paredes del habitáculo estaban enteramente tapizadas de caucho suave, menos una que tenía por finalidad permitir que la humedad ambiente se condense sobre ella, en la superficie, alrededor de 30 personas vigilan a los dos oceanautas, los medios de control funcionaban perfectamente y el menor signo de desfallecimiento podía ser advertido por el personal de guardia, en especial por el doctor Xavier Fructus y el profesor Jacques Chouteau, se previó que ambos fisiólogos descendieran relevándose para examinar a los dos oceanautas y someterlos a exámenes médicos completos, incluidos electrocardiogramas y tomas de sangre.

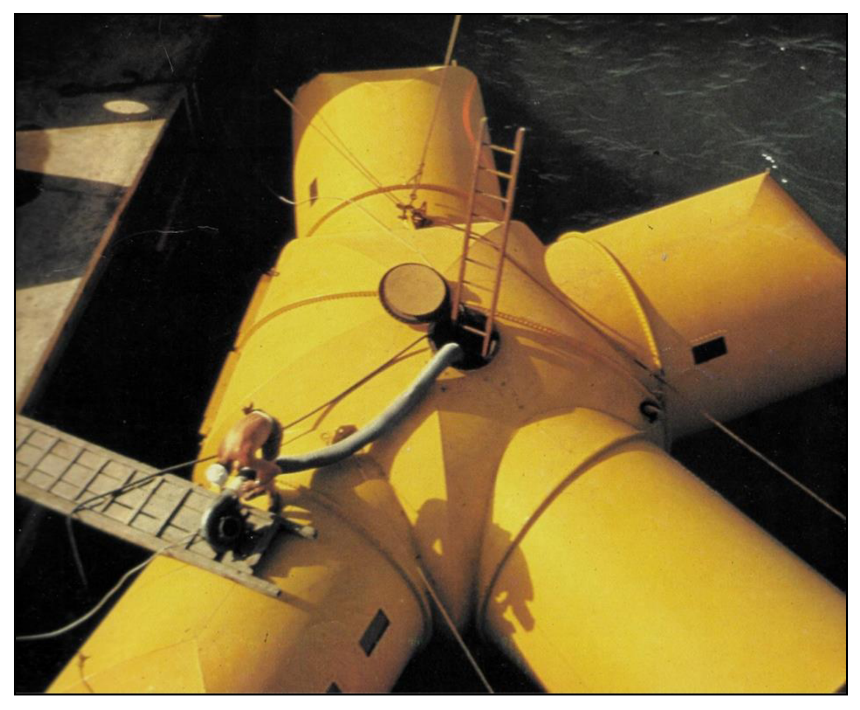
Luego de 6 días de experimentos, el balance fue positivo, en el plano psicológico es de un éxito total, llevando a cabo todas las pruebas psicológicas que se habían preparado para controlar las capacidades intelectuales, no solo los oceanautas vivieron bajo el mar, sino que pudieron trabajar eficazmente, con bloques de hormigón construyeron un corral para peces, rodeado de alambres, creando así un primer modelo de granja submarina, descubrieron el pecio de un barco y seleccionaron varias especies animales para poblar la granja experimental.

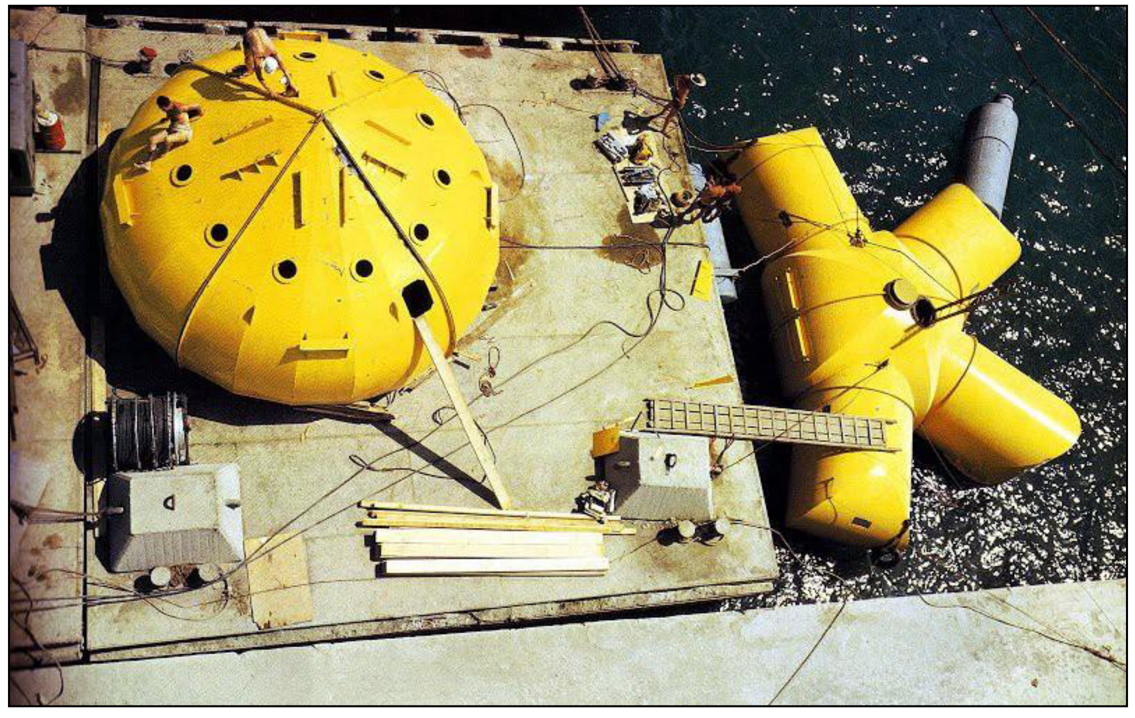




Hábitat submarino Précontinent-II

En 1963, en el puerto de Niza se construyeron los 4 edificios metálicos que constituyeron el poblado submarino Précontinent-II, éstos consistían en un garaje para el platillo buceador, denominado Erizo, donde el SP-350 se resguardó y reabasteció al poblado; la Gran Casa, llamada Estrella de Mar, sería habitada durante un mes por los oceanautas; el cobertizo para herramientas donde se alinearían los scooter submarinos; y la Casa Pequeña, o Estación Profunda, en la que vivirían 2 hombres durante 8 días sumergida a 25 m de profundidad, mientras que el poblado se encontraba a -10 m.

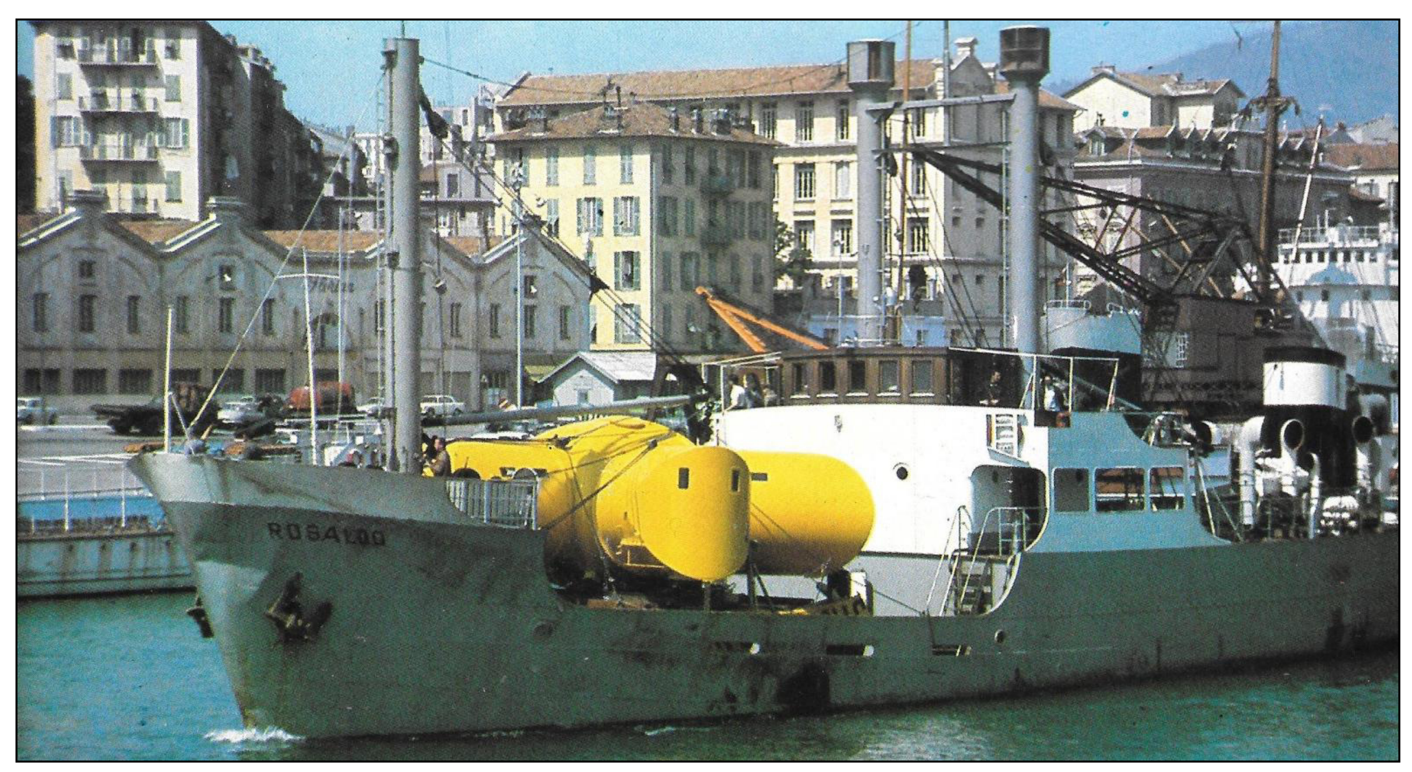







Space between hulls holds lead ballast
Double metal hull
Removable plywood floor
Adjustable telescopic legs

El Rosaldo, carguero italiano alquilado mientras duró la misión, transportó al Mar Rojo todos los elementos del poblado submarino, un enorme herramental logístico y algunos de los buceadores del equipo.

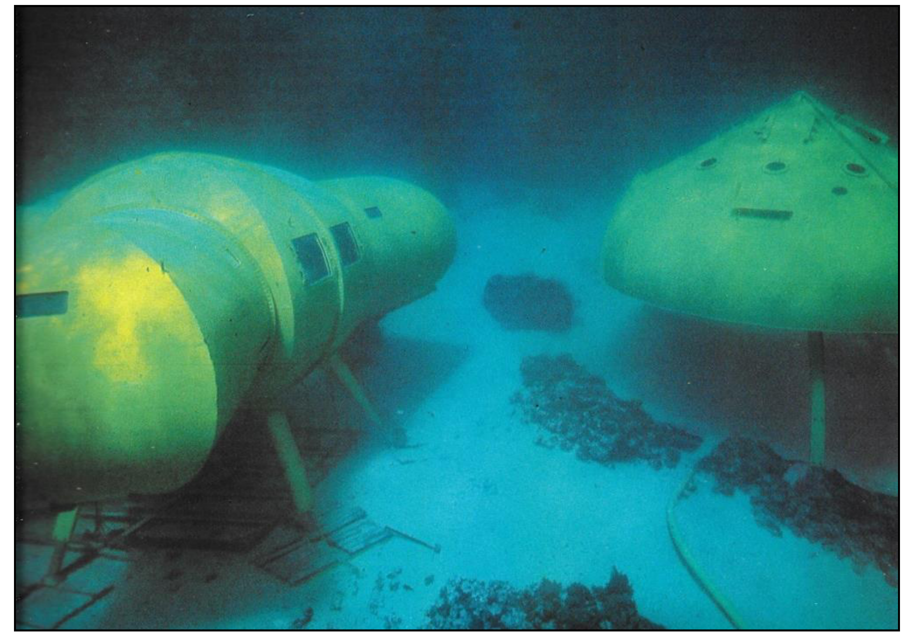


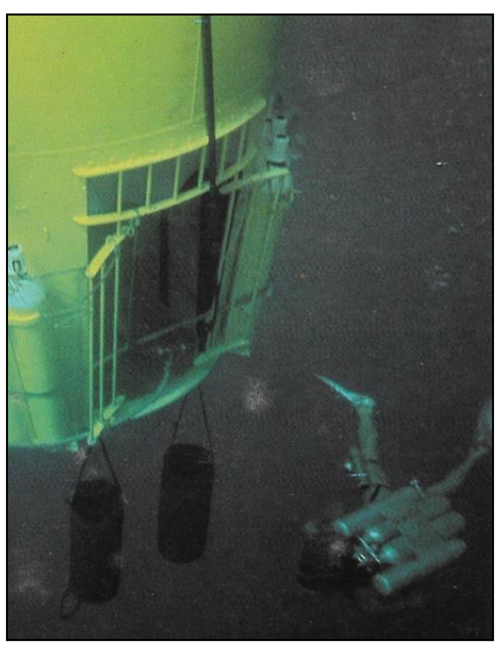
Este buque transportaba la Estrella de Mar con una envergadura de 10 m, amarrada en la cubierta de proa, un centenar de cajas con el más diverso material: bombas, compresores, equipo eléctrico, mobiliario, salpicadero y 200 tn de lingotes de plomo que sirven para lastrar las casas manteniéndolas fijas al fondo, embarcado el cargamento, pone proa hacia Port-Sudán, donde habrá de encontrarse con el Calypso, con el platillo buceador a bordo, el Calypso también llevó a cabo una importante tarea, que fue encontrar un adecuado emplazamiento para sumergir las casas del Précontinent-II, tarea que no facilitó el mal tiempo reinante, en diferentes ocasiones, el temporal interrumpió los sondeos y obligó al Calypso a buscar un lugar donde guarecerse.

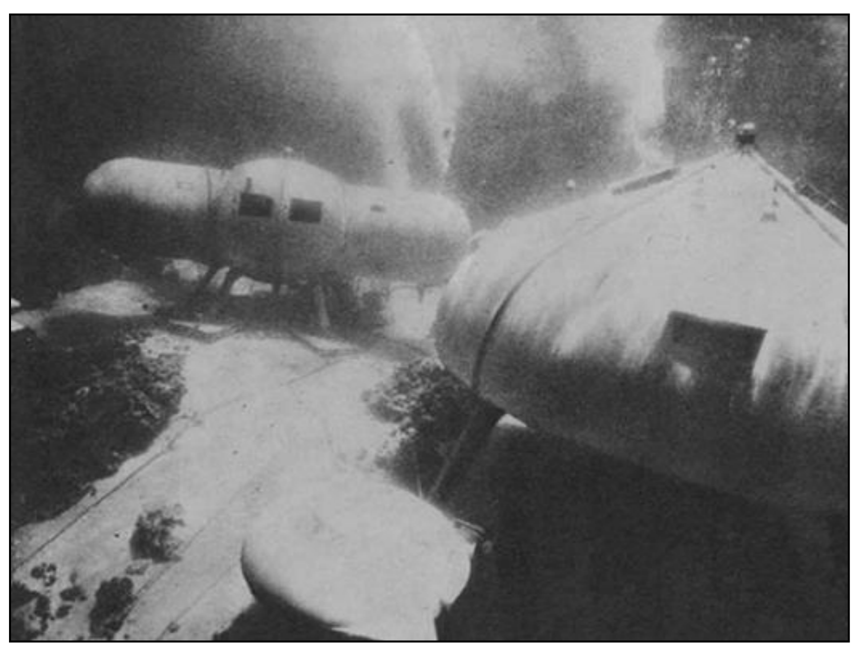
El hábitat más importante del poblado, la Estrella de Mar tenía cuatro brazos en uno de ellos se encontraba la entrada, la cámara para cambiarse de traje y las duchas, en las otras salas estaban la cocina, la estancia-comedor, el laboratorio de biología marina, la cámara negra para revelar las fotografías, los sanitarios y los camarotes, concebida y equipada para recibir a 8 hombres, por esa esta razón tenía 8 contadores de inmersión que servían para totalizar las horas de buceo de cada oceanauta y de esa manera completar los estudios de fisiología marina en el transcurso del experimento.

Los oceanautas permanentes eran son sólo 5, para relajarse y distraerse existía un magnetófono con numerosas grabaciones de música variada, un ajedrez, naipes, y naturalmente libros, desde las novelas de ciencia ficción a tratados de biología y oceanografía. Sin embargo, el pasatiempo preferido de los oceanautas era el espectáculo, siempre cambiante, que admiraban a través de las ventanas, la casa submarina también tuvo otro habitante, se trataba de un loro verde, amarillo y rosa, bautizado Claude, no sólo hacía compañía a los hombres, sino que servía también de alarma de fugas de gas, si el dispositivo para eliminar el anhídrido carbónico se estropeaba, el loro sería el primero en advertirlo, dada la elevada tasa de metabolismo de los pájaros, pero su misión fue la de entretenerse mirando por la ventana el perpetuo desfile de los peces.

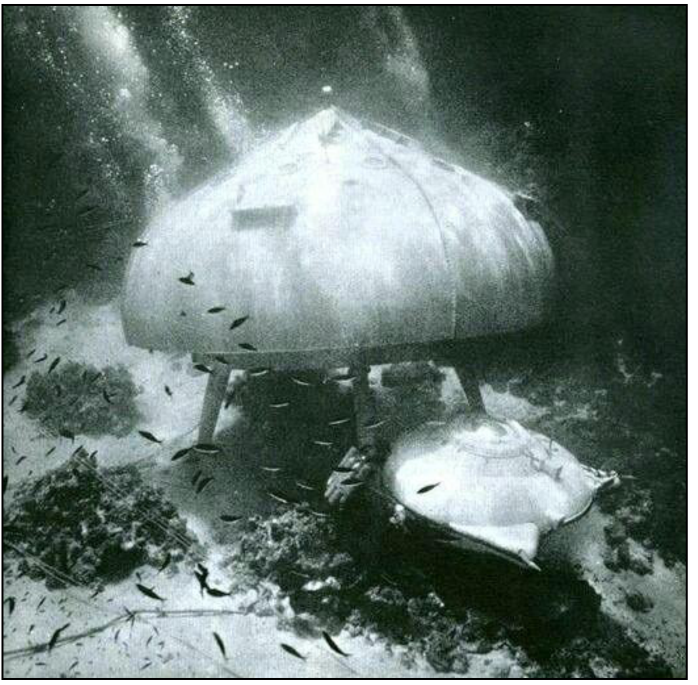
Entre el equipamiento de la Estrella de Mar, uno de los más importantes fue el interfono que lo unía al Rosaldo, el teléfono sonar permitía comunicarse con el platillo buceador, con la Estación Profunda y con los buceadores, sobre el interfono, tres pantallas de televisión mostraban imágenes del carguero italiano, de la Estación Profunda y las de una cámara submarina instalada bajo la Estrella de Mar. Además, luces parpadeantes rojas y verdes estaban acopladas a cinco jaulas antitiburones que habían sido instaladas en los lugares de trabajo y así poder saber desde el buque de apoyo inmediatamente si una jaula era utilizada, y en ese caso salir a auxiliar a los hombres que se encontraban en peligro, la cocina estaba provista de todas las comodidades indispensables: refrigerador, horno y plancha eléctrica, vajilla, cacerolas, todo lo necesario, el objetivo de la operación, al igual que Précontinent-I, era demostrar que se podía vivir y trabajar bajo el agua durante largos períodos, los habitantes de la Gran Casa podían utilizar instrumentos o recoger muestras durante 6 hrs diarias a profundidades de 10 a 30 m y luego volver a la casa submarina sin daño alguno y sin tener que observar ninguna parada de descompresión, también los oceanautas de la Estación Profunda trabajaron 6 hrs al día, pero entre -25 y -50 m, con una profundidad máxima de -100 m.







Fue la primera vez en la historia humana que un laboratorio de biología marina funcionaba con éxito bajo el mar, disponiendo de equipo moderno para poder clasificar y estudiar en su medio natural muestras vivas y en perfecto estado que los oceanautas, bajo indicación y control llevaban, luego de 30 días, cuando terminó el experimento, se desmantelaron y eliminaron dos estructuras, el resto se convirtió en destinos submarinos para buzos recreativos, el trabajo fue financiado en parte por la industria petroquímica francesa, quien, junto con Jacques Cousteau, esperaban que tales colonias tripuladas pudieran servir como estaciones base para la futura explotación del mar. Sin embargo, tales colonias no encontraron un futuro productivo, Cousteau, después de formar Précontinent-III unos años más tarde, retiró su apoyo a la explotación del mar y puso sus esfuerzos hacia la conservación, también se descubrió en años posteriores que las tareas industriales bajo el agua podrían ser realizadas de manera más eficiente por dispositivos de robots submarinos y buzos que operan desde la superficie o desde estructuras más pequeñas, gracias a una comprensión más avanzada de la fisiología del buceo y mezclas más complejas de gases respiratorios.



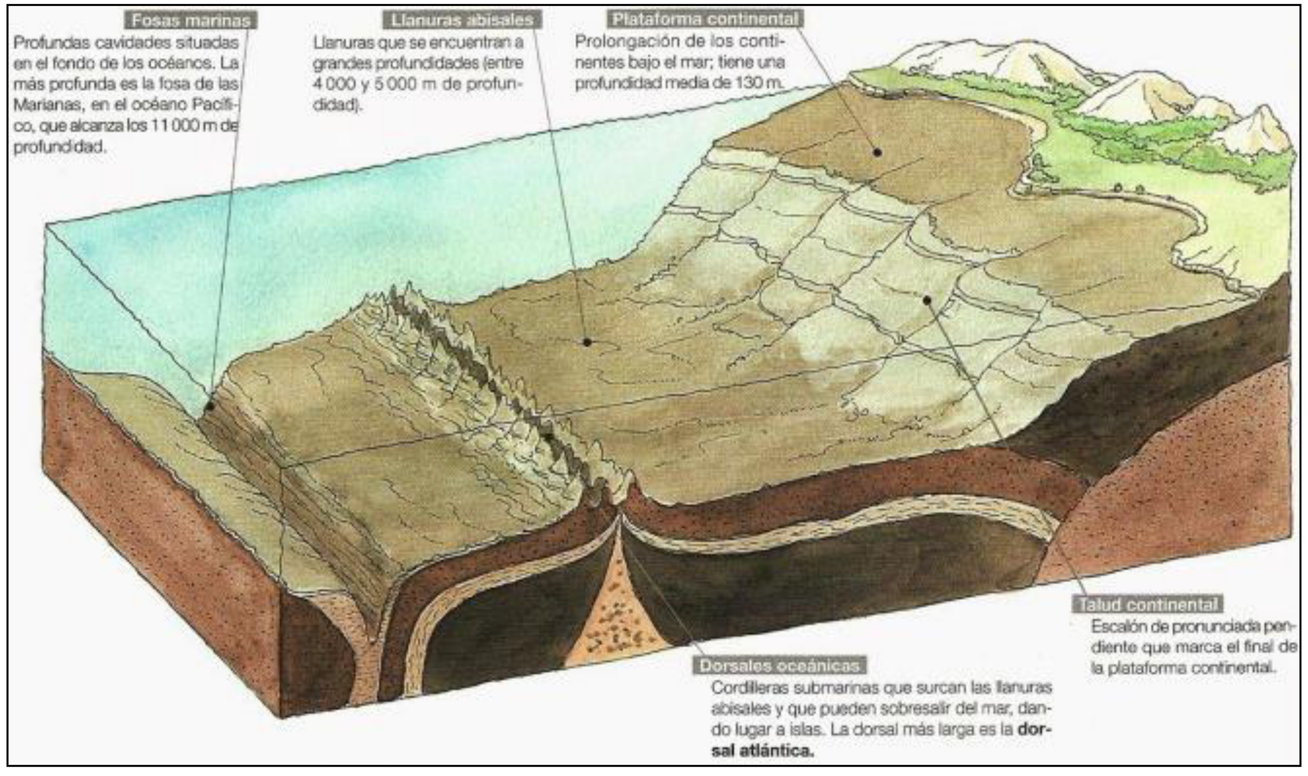




<u>Hábitat submarino Précontinent-III</u>

Précontinent-III fue la culminación de los experimentos casas subacuáticas, las operaciones Précontinent-**I** y II habían permitido resolver los principales problemas que planteaban a los seres humanos largas estancias a profundidades cada vez mayores, como la composición de las mezclas de respiración, consecuencias fisiológicas, conducta social y fisiológica, dietética, seguridad y logística.

La plataforma continental es una zona más o menos amplia que prolonga los continentes más allá del litoral, cuya profundidad varía entre 125 y 200 m y que acaba repentinamente en una pendiente abrupta (el talud continental) que conduce a las planicies abisales, esta plataforma sumergida representa aproximadamente el 8 % de la superficie de los mares, es decir, el 24 % de la superficie de la tierra emergida; se trata de un verdadero continente submarino, antes inaccesible y hoy ofrecido al hombre en el contorno de todos los océanos, la plataforma continental posee una considerable importancia para la humanidad, riquezas minerales (en especial petróleo) y recursos biológicos a menudo sobreexplotados por la pesca industrial; permite el establecimiento de granjas submarinas cuando decidamos desarrollar intensamente la piscicultura marina.

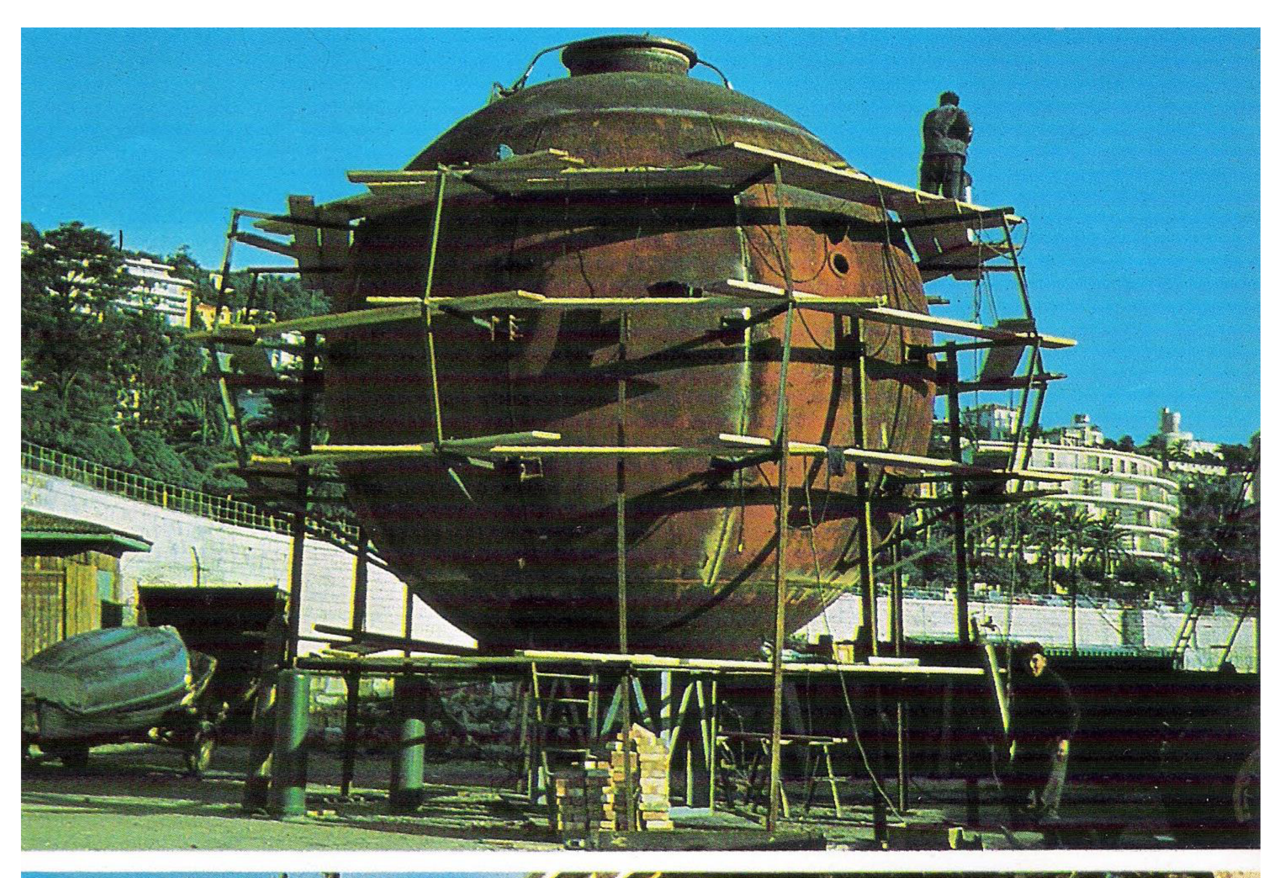


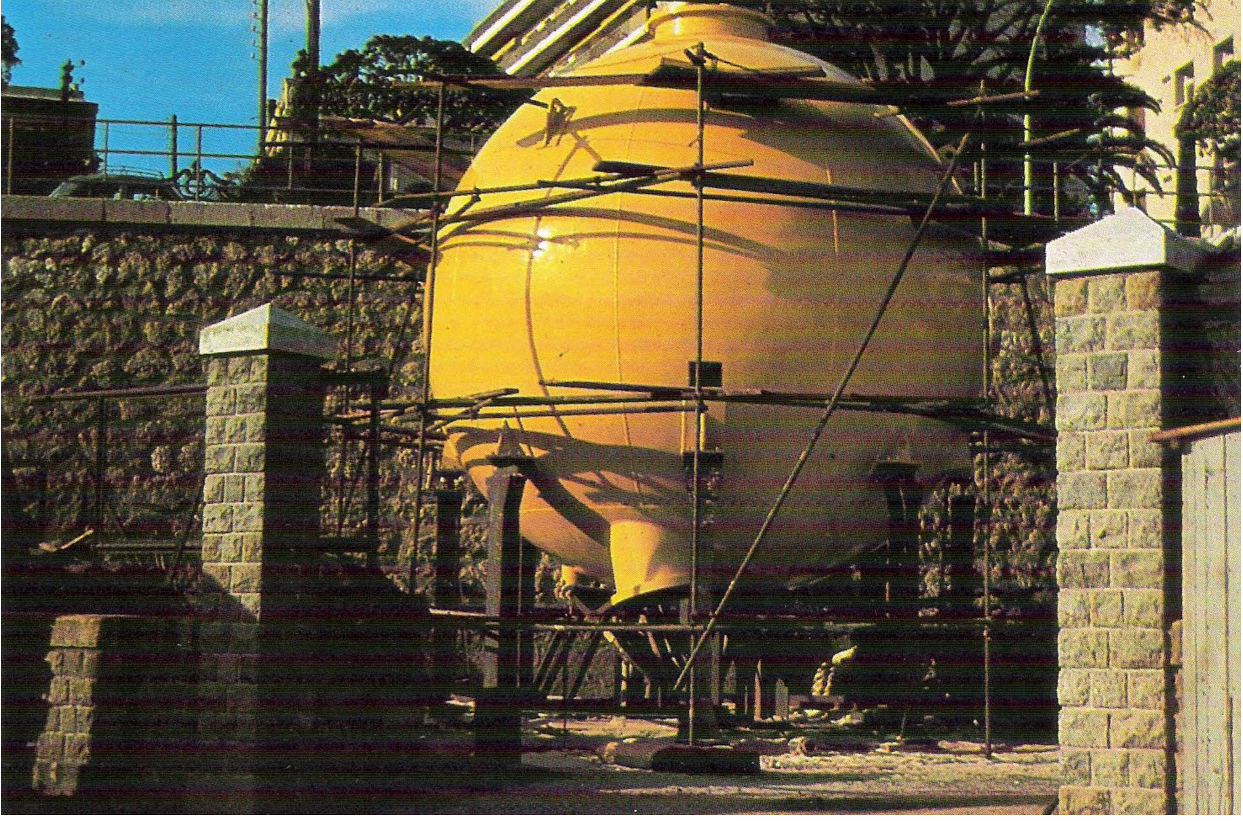
Para conocer mejor la progresión de los experimentos de vida bajo el mar, hay que recordar que el habitáculo Diógene del Précontinent-I y la Gran Casa del Précontinent-II estaban sumergidos a menos de 10 m, alimentados por aire comprimido, permitiendo trabajar a los oceanautas todo el tiempo que desearan, Précontinent-III tuvo un programa mucho más ambicioso, constaba en hacer vivir a 6 personas durante 3 semanas a -100 m en una casa confortable respirando una mezcla de 97% de Helio y 2 % de Oxígeno, y en la que se verían sometidos a una presión de 10 atm, requiriendo el equipo necesario para intentar realizar, a un ritmo de 2 hrs diarias; trabajos delicados y penosos a 120 m de profundidad, cada uno de estos experimentos suponía la realización práctica de los estudios de fisiología llevados a cabo en las cámaras hidroneumáticas del Centro de Estudios Marinos Avanzados, en Marsella, el diseño y la construcción de las casas y de todos los equipos especiales fueron realizados en Mónaco y Niza por un grupo de ingenieros y técnicos dirigido por el comandante Jean Alinat.

El Précontinent-III difiere de los dos experimentos anteriores por la concepción revolucionaria de su estructura, capaz de resistir presiones superiores a las que reinan en la profundidad de utilización. Las operaciones americanas Sealab-I y II, habían utilizado casas de chapa fina incapaces de resistir las diferencias de presión interior y exterior durante la bajada o la subida, era necesario, para evitar la explosión o el aplastamiento de las estructuras metálicas, mantener abiertas las compuertas situadas en la parte inferior y bombear rápidamente gases respirables (aire o Helio) a medida que se realizaba el descenso.

Si el bombeo no era lo suficientemente rápido, el agua de mar invadiría la casa, dañándola y sobrecargándola peligrosamente, el riesgo era aceptable siempre que las maniobras se hicieran de vacío y cuando los buzos entraban en ellas después de su inmersión, pero la profundidad de -100 m pensada para Précontinent-III obligaba a los oceanautas a descender y remontar en el interior de su habitáculo, debía, por lo tanto, estar concebido para resistir, teniendo en cuenta el margen de seguridad, una presión de 30 atmósferas. Alinat llegó a la conclusión de que había que adoptar la forma esférica, la realización de maquetas permitió averiguar que se podía instalar cómodamente a seis oceanautas en una esfera de 6 m de diámetro, la resolución propuesta ofrecía además la ventaja de permitir que la presión de los oceanautas fuera de 11 atm, así como que la larga descompresión se realizaría en un puerto, resguardados del mal tiempo y bajo control médico.



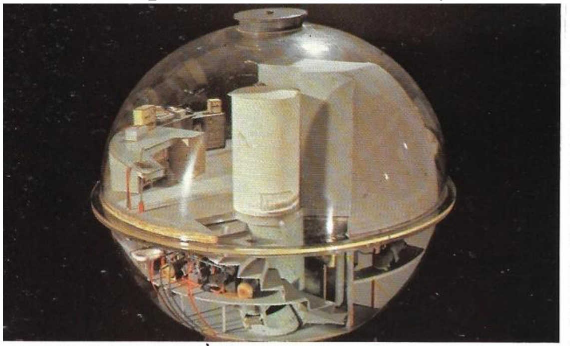


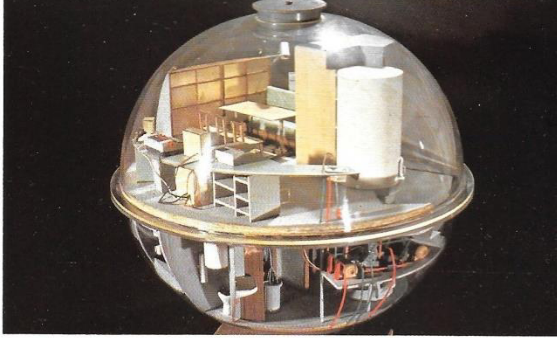


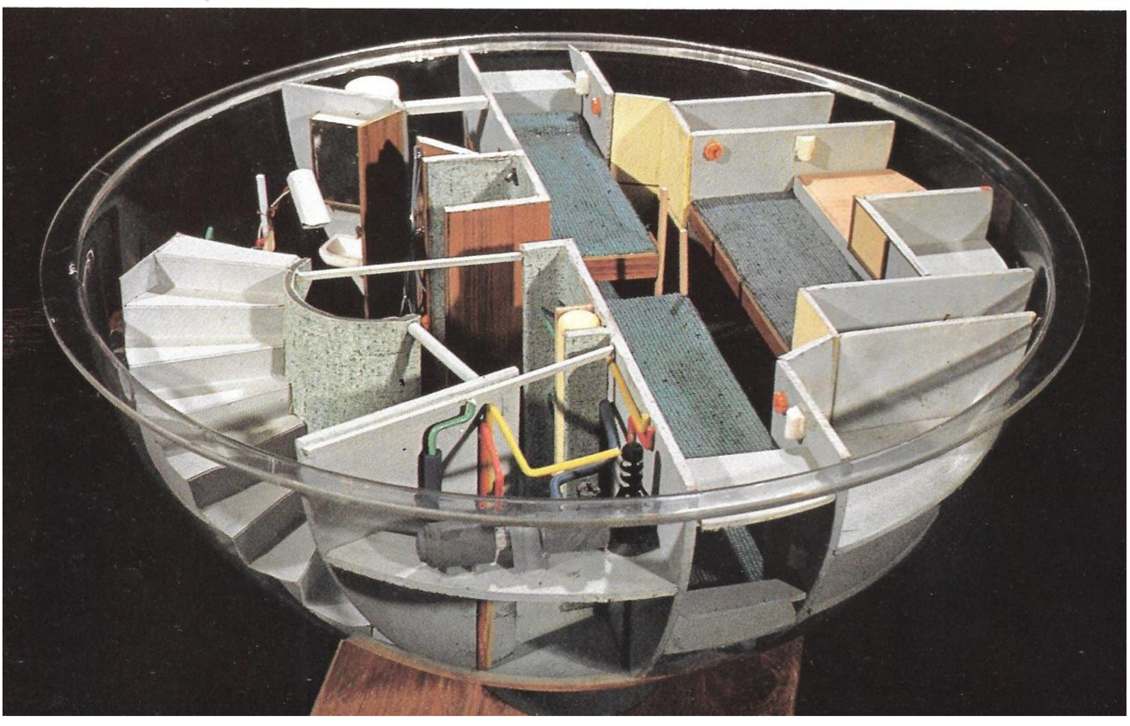
De hecho, este dispositivo constituía una etapa hacia la independencia de las casas submarinas de sus navíos acompañantes en superficie, posteriormente, nuevas técnicas terminarían esta liberación, la solución “Cachalote”, que colocaba a los buzos a la presión debida en una casa situada sobre el puente del barco, trasladándoles luego al fondo durante horas por medio de un ascensor, y la solución “Argyronéte”, auténtico submarino que englobaba la casa submarina y que aseguraba, por un lado, la autonomía de la colocación de los oceanautas y, por otra parte, su absoluta seguridad. Sin embargo la gran novedad del Précontinent-III consistía en independizar el habitáculo de los barcos, ya que, aunque a 100 m de profundidad no se sienten ni las mayores olas, las tempestades pueden obligar a los navíos acompañantes a cobijarse en un puerto o en una bahía protegida, abandonando así a su suerte la estación; ara evitar un drama de este tipo, la esfera estaba unida a la costa por largos cables eléctricos y telefónicos; también sería independiente en lo referente al aire de respiración y a la comida; contendría cabinas de socorro capaces de llevar a los oceanautas a la superficie, con un papel similar a los botes de salvamento de un barco.

La casa submarina del experimento Précontinent-III se compone básicamente de una esfera y de un chasis metálico, la esfera es la parte habitable, fijada sobre un chasis destinado a asegurar la flotabilidad y su instalación sobre el fondo, constituida por 13 elementos soldados entre sí, la esfera mide 5,70 m de diámetro interno y pesa 25 tn (con todo el equipo); el espesor del acero de su casco es de 20 mm, fue sometida por el Servicio de Minas a una presión de 31 Kg/cm^2. Las dos principales aberturas eran el panel superior, de 1,10 m de diámetro, destinado al paso del material pesado, en el mar como en tierra, y la escotilla de entrada, especie de tubo cilíndrico de 80 cm de diámetro y de 1,20 m de largo, situado sobre la parte inferior de la esfera (esta puerta permitía la libre entrada y salida de los buzos) permanecía abierta durante toda la estancia en el fondo, cuando las presiones exteriores e interiores estaban equilibradas, este paso estaba dotado de dos escotillas que mantenían la estanqueidad durante la bajada, la subida y la descompresión, por otra parte, dos pequeños compartimientos y varias travesías estancos permitían el paso de los cables de energía y de comunicación de diversos mandos mecánicos, de tubos, etc. todos estos pasadizos estaban situados en la parte inferior de la esfera, para minimizar las consecuencias de un posible escape de agua.

La esfera tenía tres ojos de buey de un diámetro de 1,46 m, que permitían la lectura de los aparatos exteriores, su volumen habitable era de 100 m^3, dividida en dos pisos, el piso superior consistía en un salón alrededor del cual estaban dispuestos el laboratorio, el cuadro eléctrico, la cocina y el sistema criogénico, en el piso inferior, un tabique mediano separaba el dormitorio (6 literas colocadas por pares) de la cámara húmeda, en la que se colocaban los equipos de buceo, los compresores, los servicios y la ducha.





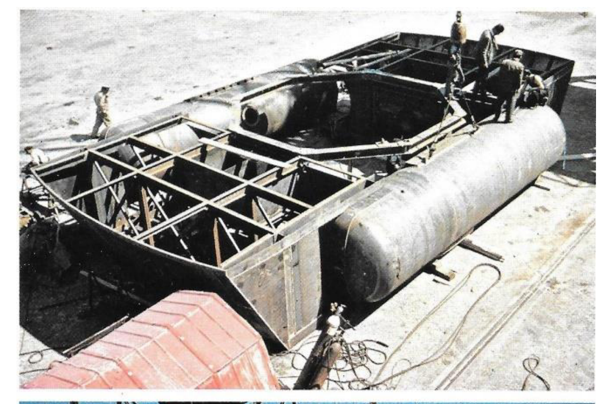


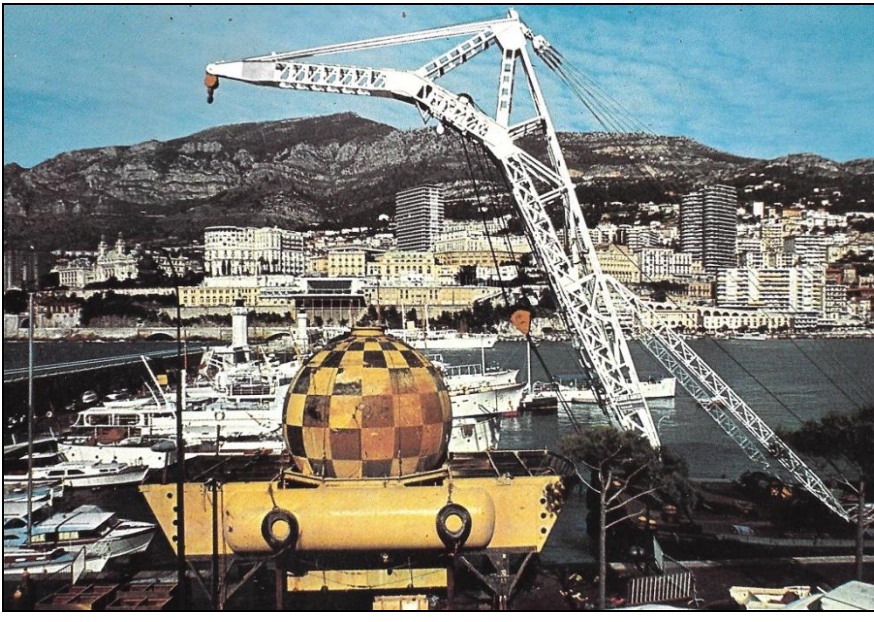
El chasis consistía en una estructura metálica rectangular, constituida por dos balastos cilíndricos unidos por dos arcones que contenían el lastre y que reposaban sobre cuatro patas de altura regulables. Cada balasto cilíndrico tenía 7 m de largo y 1,90 m de diámetro (un volumen de 21 m^3, su acero, de 20 mm de espesor, podía resistir presiones internas y externas de 31 Kg/Cm^2.

El lastre estaba compuesto por 40 tn de chatarra (lastre permanente) y 32 tn de granalla (lastre evacuable de seguridad) este conjunto lastre-balasto permitía dar a la casa submarina un valor variable de flotabilidad comprendida entre +15 (balastos llenos de aire) y -30 (balastos llenos de agua) se podía trabajar así con la esfera en superficie y remolcarla como a un barco cuando los balastos estaban llenos de aire; para el descenso se introducía en los balastos la cantidad de agua necesaria para hacer que la flotabilidad sea ligeramente negativa (0,5 a 1 tn) de esta manera se sumergía fácilmente la casa mediante la ayuda de un torno, una vez posada sobre el fondo, se la sobrecargaba por el llenado completo de los balastos, dándole un peso aparente de 30 tn.

La subida era autónoma, y se realizaba al alcanzar una flotabilidad ligeramente positiva, mediante el vaciado parcial de los balastos, gracias al aire comprimido del chasis o abriendo los silos de lastre evacuable. Para mantener la posición horizontal respecto del fondo, el chasis presentaba cuatro patas regulables mediante deslizamiento, cuya amplitud máxima alcanzaba 2 m, cada una de las patas reposaba sobre una placa de 4 m^2, cuyo fin era reducir la presión unitaria sobre el fondo cenagoso.

El chasis estaba cargado de botellas de aire comprimido, 8 botellas de 55 m^3 de aire para el vaciado de los balastos, 30 botellas de 10 m^3 de reserva de Helio y 3 botellas de 50 m^3 de Oxígeno, llevaba también las provisiones de agua dulce: un depósito flexible de 8 m^3, y una despensa, para facilitar su remolque, el chasis entero estaba carenado por chapas móviles y llevaba también una orza (pieza utilizada para evitar la deriva causada por el viento similar a un timón) dos torres estaban dispuestas a ambos lados de esta orza y cumplían el papel de botes salvavidas. A una presión ambiental de 11 atm, la atmósfera de la casa estaba compuesta de una mezcla de 97 % de Helio, 2 % Oxígeno, menos de un 1 % de Nitrógeno y menos de 0,05 % de gas carbónico.



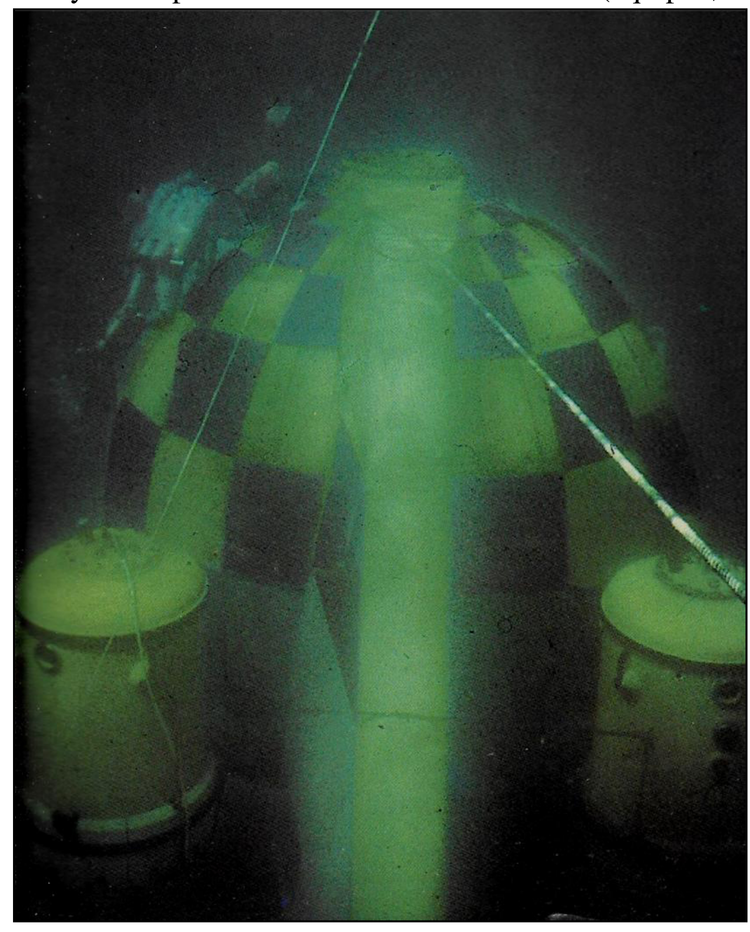


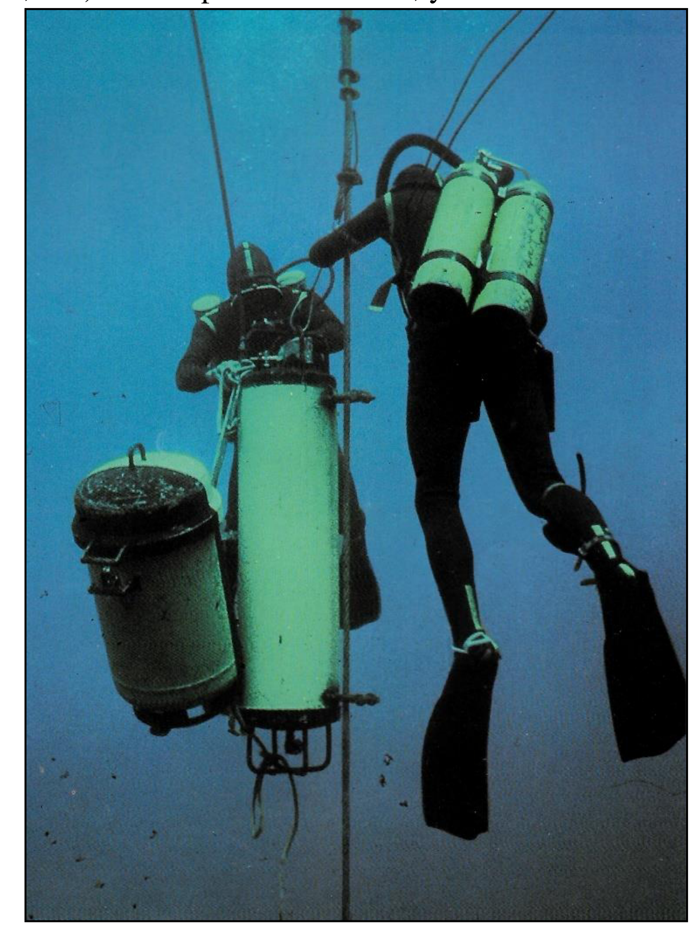


La temperatura en este ambiente era de 31° C, mientras que el agua de mar se encuentra a unos 13° C, la esfera está cubierta internamente por una capa de 4 cm de espuma de poliuretano que actúa como aislante térmico, la única parte que se deja desnuda es el suelo, para constituir así una pared fría en la que se condensa una parte de la humedad ambiental; el sistema de depuración del CO_2 cumple igualmente un papel de deshumidificador complementario; además, un intercambiador del generador de frío está también previsto para apoyar eventualmente esta acción. La calefacción está cubierta por radiadores de calor y por dos emisores de rayos IR, situados frente a la escotilla de entrada (para calentar a los oceanautas en su regreso de las actividades subacuáticas).

El CO_2 se eliminaba gracias a la circulación de aire atmosférico (40 m^3/h) a través de un filtro de granulados de soda cáustica, el sistema de depuración por criogenia no funcionó de manera satisfactoria debido a un aislamiento térmico insuficiente. La aportación de Oxígeno para compensar su consumo se realiza por admisión diaria de 4 o 5 m^3 de este gas, extraído de las botellas de reserva. El control de la atmósfera es posible mediante varias técnicas in situ, como espectrometría de masa, cromatografía en fase gaseosa, tubos indicadores de CO_2, los muestreos enviados a diario a la superficie permitían controlar el buen funcionamiento de los aparatos.

Toda la comida necesaria durante el transcurso del experimento se encuentra a bordo, congelada, enlatada o, en el caso de las verduras, en arcones refrigerados a 2° C, el congelador y la nevera eran alimentados por el criogenerador, en cuanto al sistema de buceo utilizado era un narguile doble que funcionaba en circuito cerrado con la esfera; un compresor de 5 Hp proveía a los oceanautas el aire de la casa, mientras que los gases espirados eran devueltos a la esfera por un segundo tubo que conducía a un compresor de 2 Hp, de esta manera, 4 oceanautas podían trabajar en un círculo de 60 m de radio alrededor de la casa submarina, sin ninguna pérdida de aire y sin tiempo límite; varias ollas de 20 y 80 lts permitieron el envío del material (equipos, correo, etc.) de la superficie al fondo, y viceversa.

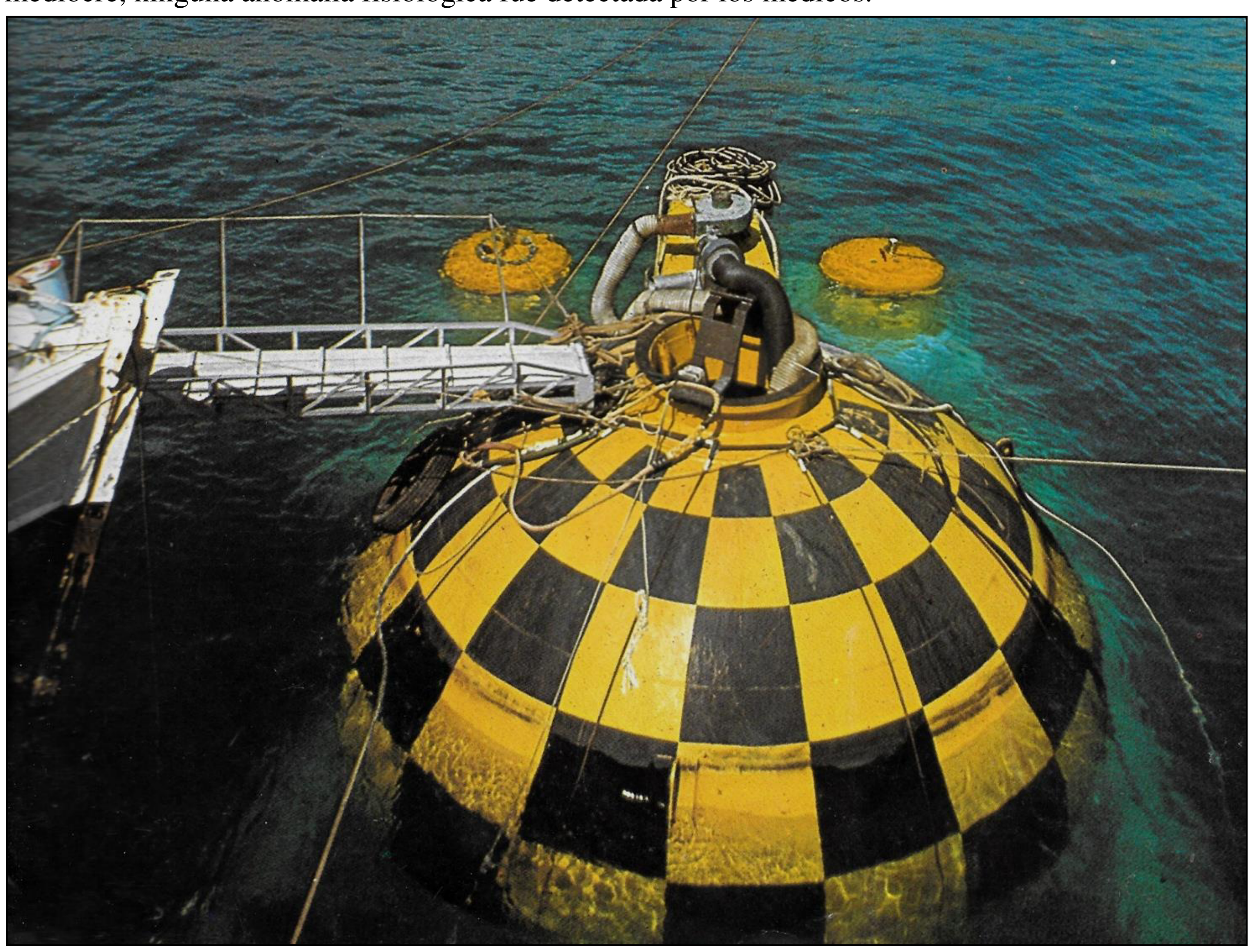




Se previeron dos equipos de 6 oceanautas, que fueron entrenados durante un año con vistas al experimento; uno de ellos, llamado “Socorro”, para el control de posibles fallos en el Précontinent-III durante la maniobra de colocación, el entrenamiento de los 12 aspirantes fue intensivo, los hombres tuvieron que aprender a recorrer a pulmón libre unos 50 m a una profundidad de 60 m, descendieron a -110 m respirando una mezcla de Helio y Oxígeno procedente de una cámara de descompresión sumergible, hicieron un curso de fisiología y tuvieron que aprender acerca de los complejos equipos técnicos de su habitáculo.

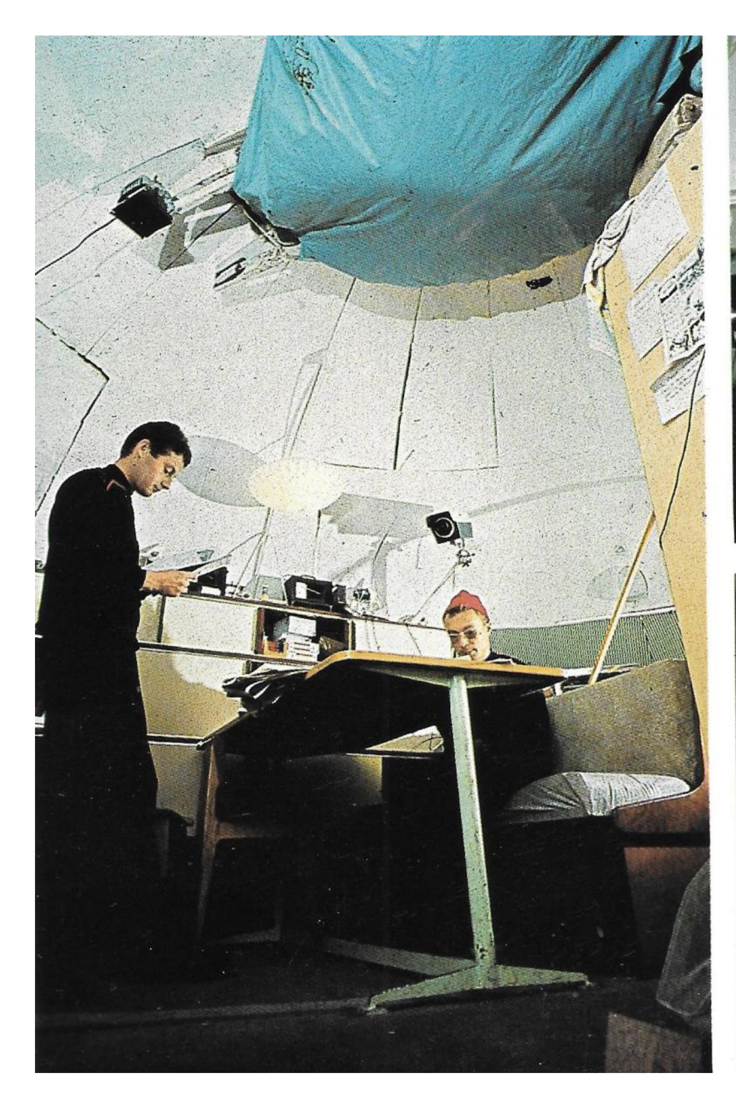
En un experimento preliminar de 5 días de duración a una profundidad de 25 m en el puerto de Mónaco se realizaría el desmonte y subida a la superficie desde mas de 120 m de profundidad la cabeza de pozo petrolero para valorar la fuerza y eficacia de los buzos en saturación; estudiar el aumento de la producción de plancton vegetal mediante una aportación de luz en las regiones de constante penumbra; recoger con precisión capas superficiales de sedimentos para medir el aumento de la radiactividad; estudiar la dispersión de los materiales en suspensión, creando para ello minicorrientes en la superficie de los depósitos sedimentarios.

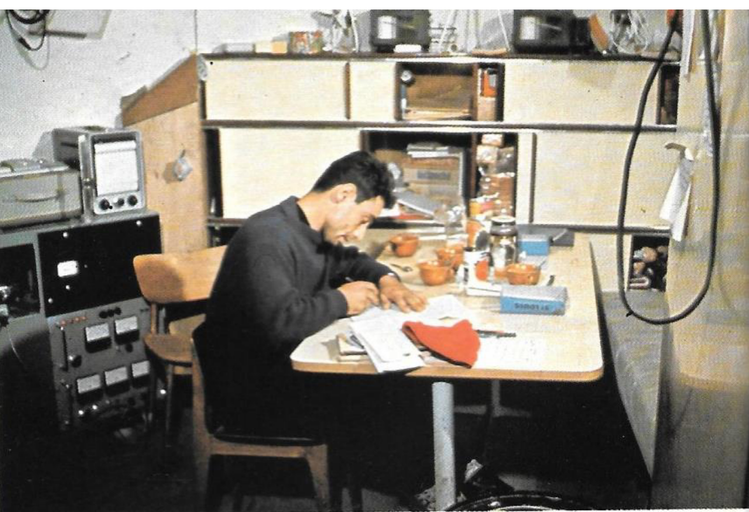
Cada oceanauta trabajó unas 3 hrs diarias de media en el exterior de la casa submarina, generalmente en dos salidas, el tiempo máximo fue de 7 hrs de labor en un día, la eficacia del trabajo resultó excelente, tanto en la casa como en el exterior, y siempre superior a la de un buzo convencional a más de 20 m de profundidad (ningún buceador que respirase aire hubiera podido realizar este tipo de trabajo) al salir, la fatiga de los oceanautas era palpable, pero perfectamente normal después de un trabajo de tal intensidad realizado en unas aguas a 13 °C y con una protección térmica mediocre, ninguna anomalía fisiológica fue detectada por los médicos.



Muchas de las dificultades técnicas encontradas fueron resueltas de manera satisfactoria, la regeneración y el control de la atmósfera, el transporte de material pequeño entre el fondo y la superficie, la utilización de un equipo de buceo seguro y sin limitación de autonomía ni despilfarro de aire.

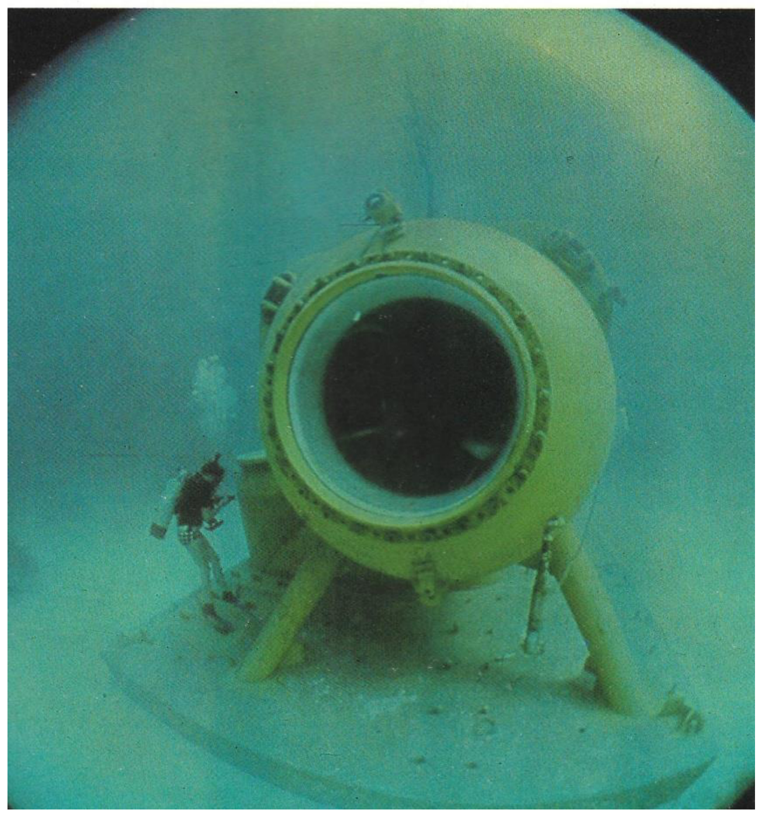
Otras complicaciones se solucionaron mal, la más importante fue la de realizar un correcto aislamiento térmico en una atmósfera de Helio a presión, tratándose de un problema fundamental que no puede solucionarse más que mediante progresos térmicos forzosamente largos, sin embargo, se realizaron notables avances, pero los problemas siguen siendo numerosos, por ejemplo, una plancha eléctrica normal no funciona en un ambiente de Helio a presión, otras dificultades imprevistas quedaron sin solución, es relativamente fácil preparar un compresor o mejorar su engrase, pero no se encontró remedio a las infiltraciones de Helio en los tubos vidicón de las cámaras de TV, que se estropearon al cabo de unos pocos días, Précontinent-III demostró que los problemas técnicos de la instalación a 100 m de profundidad de hombres activos y eficaces pueden ser solventados, además hace pensar que es posible concebir estancias a mayor profundidad (200 m) utilizando procedimientos similares.











Otros organismos de investigación no requieren de material tan sofisticado, la Universidad de New Hampshire proyectó el Edalhab, y la Universidad de Rhode Island desarrolló por su parte el Portalab, pequeñas unidades sumergibles que se recobraban después de cada misión, descendían a unos 12 m y permitían realizar un buen trabajo, con un costo de fabricación moderado.

La utilización de las casas submarinas se revela particularmente interesante en los mares muy agitados, como el Mar del Norte. Para trabajar en el fondo, sin importar el mal tiempo imperante, los técnicos de la compañía alemana Drágerwerk construyeron el Helgoland en 1969, la ventaja principal de esta unidad (que descendía a -18 m) residía en que era enteramente autónoma, aunque una gran boya en la superficie la abastecía de electricidad, Oxígeno y le proporcionaba las comunicaciones radiotelefónicas durante 15 días, los técnicos de la Drágerwerk, después de lograr que unos buceadores vivieran a 18 m de profundidad durante 22 días, se dedicaron a hacer operativo su sistema a profundidades del orden de los 100 m.

El Hydro-Lab, construido en Estados Unidos por la Perry Oceanographics, fue sumergido a -18 m frente a las costas de la Gran Bahama, desde 1971 recibió la visita de más de 300 oceanautas, permaneciendo todos varios días en el fondo, en saturación, el artefacto daba cabida a 4 personas de una vez, estaba unido a una boya en superficie no habitada; al final de cada programa del experimento podía descender sobre el Hydro-Lab; los buceadores penetraban en ella, y servía de cámara de descompresión al ascender.

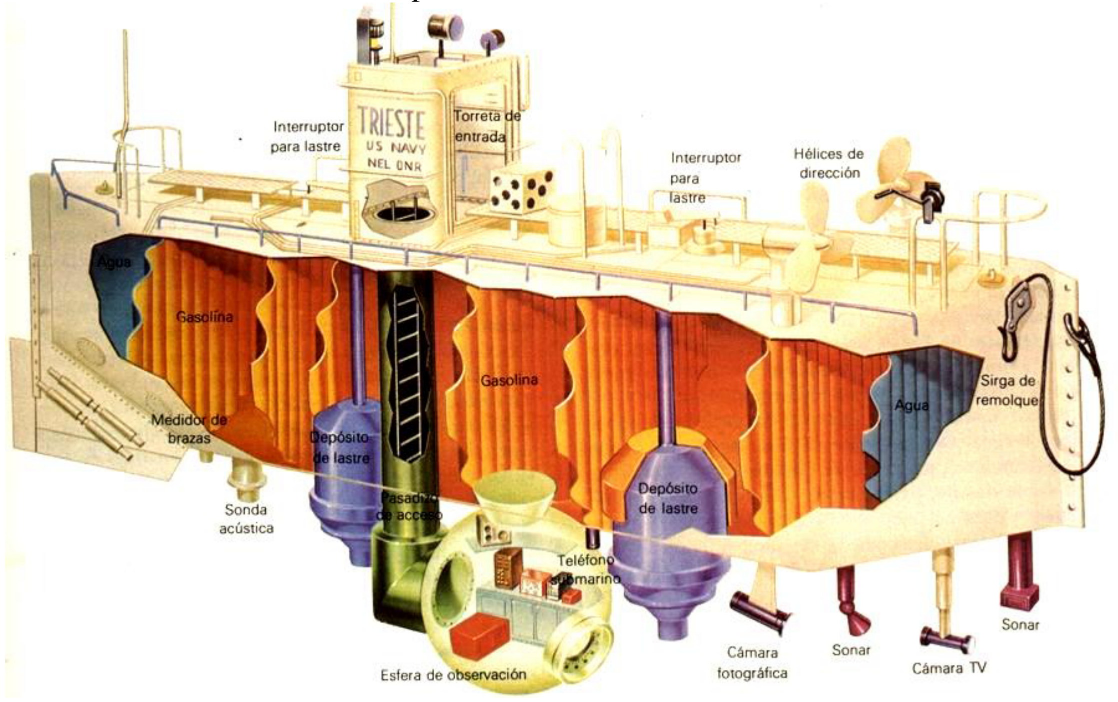
Desde 1975, el Hydro-Lab es la pieza fundamental del programa SCORE (Scientific Cooperative Operational Research Expedition) el objetivo de este proyecto, cofinanciado por el gobierno de las Bahamas, la NOAA, la Scripps, la Woods Hole, la Fundación Link y la Fundación Harbord Branch, consiste en estudiar los acantilados sumergidos que se levantan a 1000 m aproximadamente de la casa submarina, el vehículo que transporta a los buceadores al lugar de sus observaciones es el sumergible Johnson-Sea-Link, que puede descender a -75 m en 45 minutos y sirve de cámara de descompresión durante el viaje de regreso del Hydro-Lab, esta especie de taxi submarino puede utilizarse, cuando el caso lo requiere, como ambulancia hacia la superficie.

Submarinos a grandes profundidades

A principios de la década de 1960 la carrera hacia las profundidades y sobre todo hacia los inmensos espacios acuáticos que cubren las plataformas continentales, fue ocasión para una competencia entre científicos e ingenieros de varios país, las profundidades marinas fueron declaradas nueva frontera (al igual que el espacio) y se pusieron en el mismo plano los logros de los sumergibles y los de los cohetes espaciales, por lo demás ambos campos requieren de técnicas semejantes, las investigaciones dinámicas, la experimentación de los materiales, los controles de calidad, la introducción de la electrónica, así como también como poder vivir en su interior, todo ello aprovecha por igual a los sumergibles y la industria aeroespacial.

Fue el suizo Auguste Piccard quien desarrolló, casi sin duda, la tecnología de los artefactos de inmersión a grandes profundidades (batiscafos) Piccard había llevado a cabo numerosas incursiones en globo en la alta atmósfera, entonces se le ocurrió utilizar igualmente para descender en el mar el principio de Arquímedes, que le había permitido explorar la estratósfera.

El científico diseñó planos de varios ingenios que desembocaron en la construcción del Trieste, hecho de acero, su densidad global era menor que la del agua de mar, para descender estaba cargado con barras de hierro que luego se soltaban para permitir el ascenso, las paredes del batiscafo, y sobre todo del habitáculo inferior donde se situaban los dos pasajeros, estaban calculadas para resistir presiones de más de 1 tn/cm^2 eran de acero con un espesor de 38 a 152 mm, la esfera de presión proporcionaba suficiente espacio para dos personas. Proporcionó soporte vital completamente independiente entre los instrumentos de a bordo estaban un sonar, proyectores, ecómetros, cámaras, un trazador de ruta, sistema de navegación acústica, una brújula giroscópica, se suministró Oxígeno de los cilindros de presión, y el dióxido de carbono se eliminó del aire respirable al pasar a través de botes de cal sodada, el 23-02-1960 Jacques Piccard (el hijo del inventor) y el teniente de la US Navy Don Walsh alcanzaron la profundidad récord de 10916 m en la fosa de las Marianas, con presiones similares a encontradas en planetas del Sistema Solar, el descenso al fondo del océano tomó 4 horas y 47 minutos a una velocidad de descenso de 3 Km/h, después de pasar los 9000 m de profundidad uno de los paneles exteriores de la ventana de plexiglás se agrietó, los dos hombres pasaron 20 minutos en el fondo del océano, la temperatura en la cabina era de 7 °C.



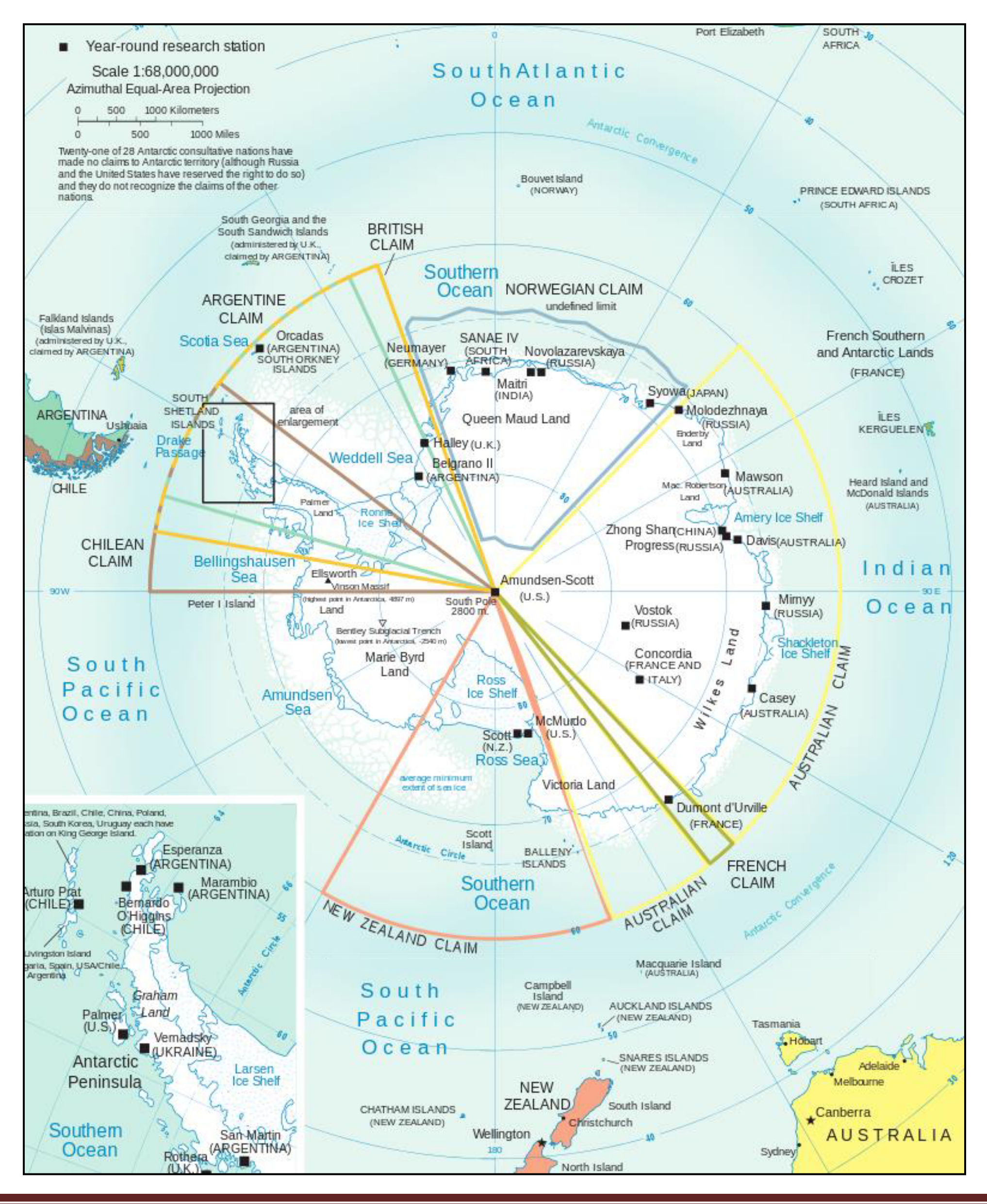
Trieste	*Dimensiones*	*Profundidad máxima*	*Duración máxima de inmersión*	*Tripulación*	
	L: 18,15 m *A:* 3,50 m *A:* 8 m	13 000 m	10-12 horas	3	*Proyectado por el profesor Piccard; utilizado en misiones en el Mediterráneo (1953-57) y luego cedido a la Marina americana.*
Archimède	*L:* 22,1 m *A:* 5 m *A:* 9,1 m	11 000 m	10 horas	3	*Es el único sumergible en Europa capaz de alcanzar las mayores profundidades. Pertenece a la Marina nacional francesa.*
Aluminaut	*L:* 15,5 m *A:* 4,87 m *A:* 5,02 m	4 450 m	30 horas	(2-) 7	*Es totalmente de aluminio, como su nombre indica. Pensado a la vez para rescate y para la investigación oceanográfica, lo emplean sobre todo las compañías petrolíferas.*
Franklin	*L:* 14,75 m *A:* 6,16 m *A:* 6,40 m	600 m	42 días	6	*Proyectado por el profesor Piccard, está destinado a las profundidades medias. Tiene una notable autonomía en inmersión, y su amplio espacio interior puede acoger numerosos y complejos aparatos científicos.*
Cyana	*L:* 5,7 m *A:* 3,04 m *A:* 2,10 m	2 980 m	72 horas	3	*Construido por el C.E.M.A. bajo la dirección del comandante Cousteau, este platillo buceador fue luego adquirido por el C.N.E.X.O. francés, que lo utiliza en diversas misiones.*

Habitar los polos

Polo Sur - Antártida

De promedio, es el continente más frío, seco y ventoso del planeta; es un desierto, con precipitaciones anuales de solo 200 mm en la zona costera y mucho menos tierra adentro, la temperatura ha alcanzado los -89,2 °C, aunque la media del 3° trimestre (la época más fría del año) es de -63 °C; hacia 2016, había alrededor de 135 residentes de manera permanente, pero en las estaciones de investigación dispersas en toda la Antártida, residen entre 1000 y 5000 personas durante todo el año.

La Antártida es de facto un condominio, que se rige por el Tratado Antártico que tiene estatus de consultoría, 12 países firmaron el Tratado Antártico en 1959 y 38 lo han firmado desde entonces, el tratado prohíbe las actividades militares, extracción de minerales, explosiones y eliminación de residuos nucleares, apoya la investigación científica y protege la ecozona en el continente.



La mayoría de los países miembros del Tratado Antártico mantienen estaciones de investigación científica, algunas de ellas operan durante todo el año, mientras otras son de carácter temporario y operan solo en verano, existe una notable concentración de bases en la mitad N de la zona de la península Antártica, la más antigua en operación continua es la Estación Orcadas de Argentina, la Base Mc Murdo de Estados Unidos que disponía hasta hace unos años de una microcentral atómica, es la mayor de todas, la estación Amundsen-Scott (Estados Unidos) está situada casi en el polo S geográfico, mientras que la Estación Vostok de Rusia y la Estación Concordia de Francia/Italia, son las más cercanas al polo S magnético.


Base Concordia

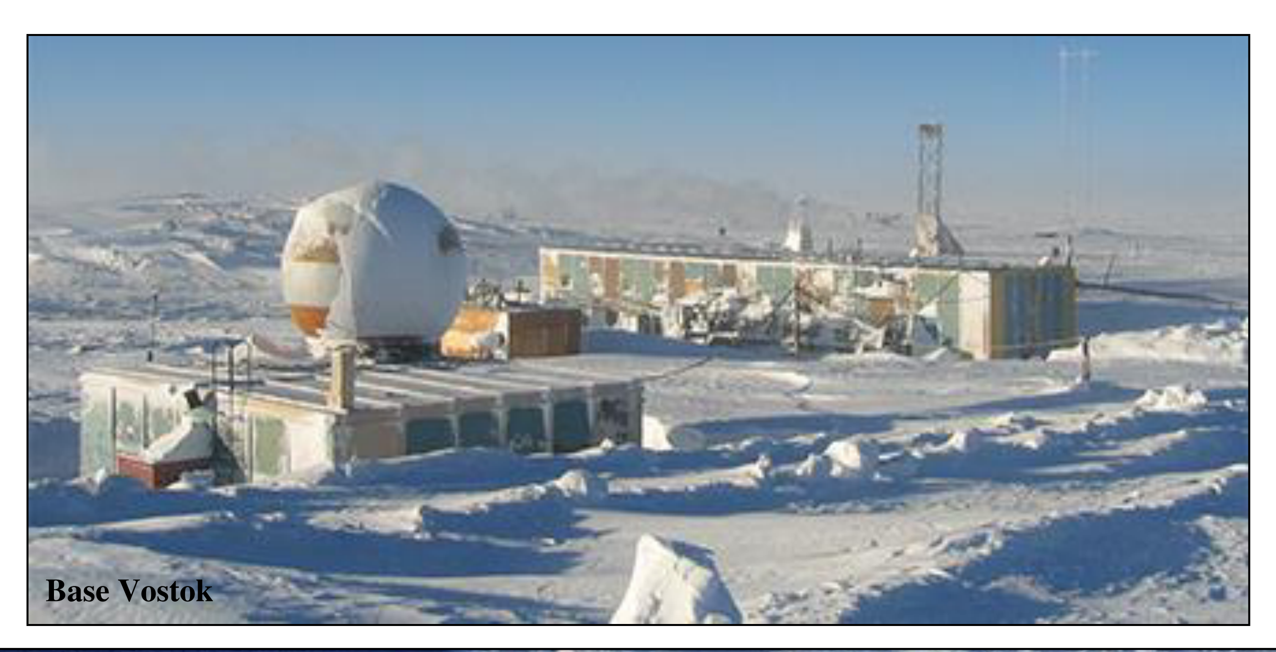

Base Amundsen-Scott

Hay un total de 66 bases, excepto la Base Mc Murdo y dos asentamientos civiles Villa Las Estrellas (Chile) y Base Esperanza (Argentina), el resto de las bases son pequeñas estaciones científicas o estructuras militares donde no viven más de 50 personas en temporada alta; sólo 37 bases científicas se ocupan durante todo el año en el que es considerado el lugar más aislado de la Tierra, más allá de las investigaciones científicas, el estudio de la vida de estos grupos tan aislados permite proyectar como será la vida en el espacio exterior o vivir en bases situadas en la Luna o en Marte.


Base Mc Murdo


Villa Las Estrellas




Base Vostok

Base Casey

Habitualmente, en la Base Esperanza (uno de los lugares permanentemente habitados) emplazada en Punta Foca, Bahía Esperanza, los militares realizan tareas de apoyo logístico a las actividades científicas, teniendo como misión primordial brindar apoyo logístico a la ciencia y a las investigaciones de biólogos, sismólogos y meteorólogos que trabajan en esta estación científica, participan de una patrulla SAR (Búsqueda Salvamento y Rescate) alistada para ser empleada ante una emergencia en el N de la Península Antártica, también dan apoyo internacional a Uruguay, con ayuda logística, y a Brasil, país al que brindan información meteorológica obtenida a través de estaciones portátiles.


Base Esperanza

Para poder llevar adelante estas tareas, la base cuenta con distintos talleres mecánicos, instalaciones logísticas, pista de aterrizaje, carpintería, puerto, helipuerto y estaciones meteorológicas, sismológicas, junto con varios laboratorios equipados para la investigación científica, además, está equipada con complejos sistemas de comunicación para casos de emergencia, el agua se recolecta de la laguna que se forma de los deshielos del Glaciar Buenos Aires, ubicado al S de la Bahía Esperanza, con respecto al tratamiento cloacal, funciona una planta de tratamiento que procesa los efluentes, en el manejo de la basura, los habitantes de la base clasifican la basura orgánica, plásticos, cartón, latas, los trapos contaminados con combustible y los colocan en tachos rotulados, que son almacenados hasta el momento en que la dotación regresa al continente, cuentan con servicio de correo postal y un registro civil habilitado para todo tipo de trámites, también existe un cementerio en el lugar; según dicen, pese al gélido ambiente, es un buen sitio para hacer comunidad, no sólo se cuida mucho que se pueda mantener un contacto fluido con la familia en el exterior, sino que se trata de que la familia interior esté unida y sea enriquecedora.

Polo Norte - Ártico

El clima del Ártico se caracteriza por inviernos fríos y veranos frescos, su precipitación se presenta principalmente en forma de nieve y es baja, la mayor parte del área recibe menos de 50 cm, los vientos fuertes a menudo agitan la nieve, creando la ilusión de nevadas continuas. Las temperaturas promedio de invierno pueden ser tan bajas como -40 °C, y la temperatura más fría registrada es aproximadamente -68 ° C, los climas costeros del Ártico son moderados por las influencias oceánicas, que generalmente tienen temperaturas más cálidas y nevadas más pesadas que las zonas interiores más frías y seca, actualmente se ve afectado por el calentamiento global, lo que lleva a la contracción del hielo marino, la disminución de la capa de hielo de Groenlandia y la liberación de metano como descongelamiento de permafrost .



Estaciones NP (North Pole)

Desde 1937, la mayor parte de la región ártica del lado asiático ha sido ampliamente explorada por las estaciones de hielo a la deriva tripuladas soviéticas y rusas, entre 1937-1991, 88 tripulaciones polares internacionales establecieron y ocuparon asentamientos científicos en el hielo a la deriva y fueron arrastrados a miles de Km por el flujo de hielo.



Las estaciones de deriva llevan a cabo el programa de investigación compleja durante todo el año en los campos de oceanología, meteorología, aerología, geofísica, hidroquímica, hidrofísica, biología marina y estudios del hielo, en promedio, una estación NP hace más de 650 mediciones de profundidad oceánica, 3900 mediciones de meteorología compleja, 1300 mediciones de temperatura y sondas de agua de mar para análisis químicos, y de 650 lanzamientos de globos de investigación magnética, ionosférica, hielo y otras observaciones, las mediciones regulares de las coordenadas del témpano de hielo proporcionan los datos sobre la dirección y la velocidad de su deriva, la moderna estación de hielo a la deriva NP se asemeja a un pequeño asentamiento con viviendas para exploradores polares y edificios especiales para el equipo científico, por lo general, comienza a funcionar en abril y continúa durante dos o tres años hasta que el témpano de hielo llega al mar de Groenlandia, los exploradores polares son reemplazados anualmente.

Plataforma LSP North Pole

La plataforma autopropulsada es resistente al hielo, embarcación especializada en la que los exploradores polares podrán vivir y trabajar; está previsto colocar equipos integrados para observaciones geológicas, acústicas, geofísicas y oceanográficas, destinada a la investigación científica en el Océano Ártico, permitirá un estudio exhaustivo de sus hielos y reanuda la tradición de las estaciones de deriva, interrumpidas en los últimos años.

La plataforma también estará equipada con un sistema de monitoreo de la carga de hielo, que garantizará la seguridad del LSP al monitorear la condición del casco bajo cargas externas durante varios modos de operación, el sistema de monitoreo también servirá para estudiar la mecánica de la deformación y destrucción del hielo marino al interactuar con estructuras de ingeniería y objetos naturales, la plataforma podrá, de manera independiente, sin involucrar a un rompehielos, alcanzar el área donde comenzó la deriva en el sector E del Ártico, luego, congelándose en un campo de hielo, realizar una deriva larga y, una vez completado el ciclo de trabajo en el sector O del Ártico, moverse nuevamente hacia el E.

El LSP tendrá una alta resistencia del casco, una mayor autonomía de navegación y una larga vida útil (al menos 25 años) sus características longitud 67,8 m, ancho 22,5 m, desplazamiento de unas 7500 tn, potencia no superior a 3600 kW, velocidad no inferior a 10 nudos, autonomía en las reservas de combustible durante unos 2 años, tripulación de hasta 14 personas, personal científico de hasta 48 personas, de acuerdo con los términos del contrato, la plataforma se transferirá al cliente en 2020.



Laboratorio Meteorológico PEARL

El Polar Environment Atmospheric Research Laboratory (PEARL), se encuentra en Eureka, Nunavut, Canadá; ha funcionado durante más de 60 años, el primer edificio de investigación se instaló a principios de la década de 1990, y la propia PEARL se inauguró en 2006, los laboratorios proporcionan alojamiento y visualización de instrumentos atmosféricos (y otros) y la capacidad de mantener y reparar los instrumentos con pequeños talleres electrónicos y mecánicos; actualmente cuenta con 25 instrumentos en el sitio, sus instalaciones pueden alojar de 20 a 40 personas en cualquier época del año, el mayor énfasis está en la investigación atmosférica, el propósito original de la instalación era monitorear el ozono estratosférico y, aunque ese trabajo aún está en curso, más recientemente la investigación ha ampliado su alcance para abarcar toda la atmósfera y más allá.

Las mediciones actuales incluyen ozono y productos químicos asociados tanto en la estratosfera como en la troposfera, aerosoles y partículas, radiación y flujos, y temperaturas de la atmósfera superior, vientos y olas. Otros grupos de investigación, incluidos biólogos, astrónomos y geólogos, utilizan regularmente la estación meteorológica Eureka como base e interactúan con PEARL y sus instalaciones. El acceso a la estación es solo en avión charter, pero se puede acceder al sitio en cualquier época del año, el transporte alrededor del sitio es en camión 4 × 4; muchos de los instrumentos en el sitio están adaptados para operación automática o semiautomática para reducir la necesidad de soporte en el sitio.







SUMATE AL PROGRAMA LUNAR 100

Sección Lunar
LIADA
Semper Observandum
Liga Iberoamericana de Astronomía

AUSPICIADO POR LA LIADA

Te invitamos a enviar tus imágenes del listado LUNAR 100 a: info@sao.org.uy o a sociedadlunarargentina@gmail.com

Mare Serenitatis
Very
Dorsa Lister
Posidonius
Dorsa Smirnov
Dorsa Aldrovandi
Chacornac
Plinius
Le Monnier
Dawes
Jansen
Littrow
Vitruvius
Beketov
Jansen E
Jansen D

Sociedad Lunar SLA Argentina

SAO URUGUAY

PROGRAMA LUNAR 100 SLA/SAO

La Sección Lunar de la LIADA auspicia el siguiente programa de observación lanzado conjuntamente entre la Sociedad Astronómica Octante (SAO) de la República Oriental del Uruguay y la Sociedad Lunar Argentina.

Lunar 100 es una lista de los lugares más interesantes para la observación lunar amateur, ordenados de menor a mayor dificultad observacional, fue realizada por Charles Wood para una edición de la revista Sky and Telescope, con el objetivo de estimular la observación lunar sistemática, con la idea de reproducir la experiencia de observación de los objetos de espacio profundo del catálogo de Messier.

La revista The Lunar Observer, publicación mensual de la Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO), publica bimensualmente una sección llamada Focus on, destinada a recopilar imágenes de un accidente lunar en particular que se ha seleccionado por su interés específico. A partir del mes de mayo de 2020 se publicarán en dicha revista las mejores imágenes de los accidentes selenográficos incluidos en el listado, en cada aparición bimensual de la Sección Focus On aparecerán diez accidentes, empezando por los diez primeros (los más sencillos de observar). En la edición de julio de 2020 se publicarán imágenes de los accidentes selenográficos incluidos en los números 11 a 20, y así sucesivamente cada dos meses hasta llegar al número 100.

Desde la Sociedad Lunar Argentina (SLA) y la SAO de la República Oriental del Uruguay consideramos interesante sumarnos a la iniciativa de The Lunar Observer y por eso es que lanzamos este Programa Lunar 100, con el auspicio de la Sección Lunar de la LIADA.

El objetivo es doble, reportaremos las imágenes remitidas al programa a The Lunar Observer y además las publicaremos en todos los medios de comunicación de la SLA, SAO y de la Sección Lunar LIADA, creemos que es una estupenda posibilidad para estimular la observación lunar amateur y si la convocatoria tiene éxito podemos soñar con alguna publicación final conjunta.

El listado del Lunar 100 se puede consultar en https://es.wikipedia.org/wiki/Lunar_100 y aparecerá en las web de SAO, SLA y LIADA Sección Lunar.

Se puede enviar imágenes de cualquier fecha, no se requiere que sean recientes, el objetivo es mostrar estos 100 accidentes selenográficos. ¿Cómo enviar tus imágenes? remitir las imágenes al siguiente e-mail

sociedadlunarargentina@gmail.com

Datos mínimos (solicitados por ALPO para la publicación en The Lunar Observer)

1- Accidente lunar, 2- Nombre del observador y lugar geográfico de la observación 3-Día y hora de la observación 4-Tipo y apertura del telescopio 5-Cámara utilizada, indicar si se usó filtro y en caso afirmativo datos del mismo.

<u>Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en</u>



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), F.A.A.

Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com



Blog Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/

Blog Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar

Estación Vientos del Sur http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/

Sociedad Lunar Argentina https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/



Fuentes de información y fotos vertidas en esta publicación

Alcaraz Carmen, Bioética en el viaje a Marte, Revista Espacio

Anunziato Alberto, La decisión de Alan Shepard, Diario Uno, 2019

Anunziato Alberto, La cara oculta de la Luna y la soledad de Collins, Diario Uno, 2019

Biosfera-2, Wikipedia, Enciclopedia virtual

BIO-3, Wikipedia, Enciclopedia virtual

Carpenter Scott, Inner Space, 1969

Cousteau Jacques Y., Précontinent-I, Enciclopedia del mar, Hispamerica, 1984

Cousteau Jacques Y., Précontinent-II, Enciclopedia del mar, Hispamerica, 1984

Cousteau Jacques Y., Précontinent-III, Enciclopedia del mar, Hispamerica, 1984

Casado Javier, La amenaza fantasma de los astronautas, Revista Espacio

European Space Agency (ESA)

Exploración del Espacio, Enciclopedia de Divulgación Científica Muy Interesante, Vol II, Orbis, 1985

Frisch Bruce, Working Space, Popular Mechanics, 1986

Historia de la Astronáutica, Tomo III, Riego Ediciones, 1980

Infobae.com, Como viven las familias argentinas en la Antártida, 2018

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

NC&T, Ecosistemas para los astronautas, Revista Espacio

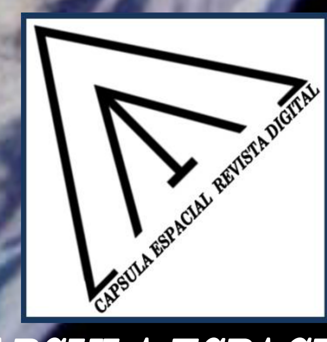
Santana Gil Cayetano - Fernández Moreno Juan A., Viaje a Marte, Revista Espacio

Trieste, Wikipedia, encyclopedia virtual

US Navy

POR
TODOS
LOS HABITANTES
DE
ESTE PLANETA

QUEDATE EN CASA



CAPSULA ESPACIAL

capsula-espacial.blogspot.com